Lang

Anat.
o.
105^d
1

LEHRBUCH

DER

VERGLEICHENDEN ANATOMIE

ZUM GEBRAUCHE BEI VERGLEICHEND ANATOMISCHEN
UND ZOOLOGISCHEN VORLESUNGEN

VON

DR. ARNOLD LANG,
Inhaber der Ritter-Professur für Phylogenie an der Universität Jena.

NEUNTE GÄNZLICH UMGEARBEITETE AUFLAGE
VON
EDUARD OSCAR SCHMIDT'S
HANDBUCH DER VERGLEICHENDEN ANATOMIE.

ERSTE ABTHEILUNG.

MIT 191 ABBILDUNGEN.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1888.

KÖNIGL. BAYER. BIBLIOTHEK BAMBERG

Vorrede.

Von der Verlagsbuchhandlung aufgefordert, eine neue Auflage von Oscar Schmidt's Handbuch der vergleichenden Anatomie zu besorgen, gelangte ich bald zu der Einsicht, dass dies nur auf zweierlei Weise geschehen konnte. Die Revision musste sich entweder nur auf ganz geringfügige Abänderungen und etwa noch auf eine andere Auswahl und eine Vermehrung der Abbildungen beschränken, oder es musste, was bei den bedeutsamen Fortschritten der zoologischen Forschung fast unumgänglich erschien, das Buch gänzlich umgearbeitet werden. Ich habe letzteres vorgezogen. So ist das Lehrbuch der vergleichenden Anatomie entstanden, dessen erste Lieferung ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe.

Bei der Abfassung des Buches war ich bestrebt, den zahlreichen wichtigen Forschungsresultaten der letzten Decennien gebührend Rechnung zu tragen. Es lag mir nicht sowohl daran, ein möglichst vollständiges und eingehendes Compendium der vergleichenden Anatomie zu liefern, als daran, vornehmlich das Wichtige hervorzuheben, diesem aber besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Ueber den Rahmen, innerhalb dessen sich bis jetzt gewöhnlich ein Lehrbuch der vergleichenden Anatomie gehalten hat, geht das vorliegende in mancher Beziehung hinaus. Es enthält, vom vergleichend-anatomischen Theil thunlichst gesondert, auch die Anfangsgründe der vergleichenden Embryologie, die vielleicht manchem Studirenden nicht unwillkommen sein werden. Dem Vorgange Oscar Schmidt's folgend, habe ich der vergleichend-anatomischen Bearbeitung der verschiedenen Thierkreise kurze systematische Uebersichten vorausgeschickt, welche zur Orientirung und als Repetitorium der systematischen Zoologie nütz-

lich sein können. Es dürfte deshalb das Buch auch das für die zoologische Vorbildung des Mediciners Nothwendige enthalten. Alle diese nicht eigentlich in das Gebiet der vergleichenden Anatomie gehörenden Theile und auch viele theoretische Erörterungen sind durch kleinen Druck äusserlich gekennzeichnet.

In der Anordnung und Behandlung des Materials bin ich meine eigenen Wege gegangen. Ob ich dabei hie und da das Richtige getroffen habe, muss ich natürlich der Beurtheilung der Fachgenossen überlassen.

Besondere Sorgfalt habe ich der Illustration des Buches geschenkt. Es enthält sehr zahlreiche zum ersten Male dem grösseren studirenden Publikum zugängliche Abbildungen, die ich zum grössten Theile selbst, den Bedürfnissen des Textes entsprechend, ausgeführt habe. Einige besonders gute Abbildungen verdanke ich der geübten Hand meines Zuhörers, des jungen naturwissenschaftlichen Malers, Herrn Sokolowsky aus Hamburg.

Meinem geehrten Verleger, Herrn Gustav Fischer, bin ich für seine fortwährende liebenswürdige Vorsorge zum grössten Danke verpflichtet.

Jena, im October 1888.

Der Verfasser.

I. KAPITEL.

Die Zelle.

Von den einzelligen Thieren, von der Zelle als Ausgangspunkt der Entwickelung der höhern Thiere (Ei- und Samenzelle) und von den Zellen, welche den Körper dieser Thiere zusammensetzen (Gewebszellen und Zellgewebe).

Einleitung.

Der Ausgangspunkt alles organischen Lebens und aller organischen Formbildung ist die Zelle. Die einfachsten Organismen, die niedersten Thiere und Pflanzen sind Zellen. Jedes höhere Thier ist im Anfange seiner individuellen Existenz eine Zelle und jeder höhere Organismus erscheint zusammengesetzt aus Zellen, die durch Fortpflanzung aus einer Zelle hervorgegangen sind.

Die Zelle ist das organische Individuum erster Ordnung.

Wenn wir von den niedersten Organismen absehen, so vereinigen sich die Abkömmlinge einer Zelle überall zu Verbänden oder Staaten, die dann als Individuen höherer Ordnung imponiren. Jeder höhere Organismus, jeder Vogel, jeder Fisch u. s. w. ist ein solcher Zellenstaat. In ihm theilen sich die innig mit einander vereinigten Zellen in die gemeinsame Arbeit. Die einen übernehmen diese, die andern jene Funktionen, für die sie besonders gut ausgerüstet sind.

Jede Zelle besteht aus zwei wesentlichen Bestandtheilen, 1. dem Protoplasma und 2. dem Kern (Nucleus). Letzterer kann als eine besondere Differenzirung (besonders ausgebildeter Theil) des Protoplasmas betrachtet werden. Chemisch ist das Protoplasma eine noch nicht hinreichend erkannte, dem Eiweiss verwandte, complicirte Kohlenstoffverbindung von im Leben beständig, wenn auch nur innerhalb minimaler Grenzen wechselnder Zusammensetzung. Es befindet sich in einem festflüssigen, quellungsfähigen Zustande. Der Kern liegt als ein chemisch und physikalisch differenter Theil im Innern des Protoplasmas. Er ist ein wesentlicher Theil der Zelle, bei deren Fortpflanzung er eine wichtige Rolle spielt. Es liegen einige Beobachtungen vor, welche zeigen, dass, wenn man den Kern aus einer Zelle entfernt, diese zu Grunde geht. Fügt man zu einer kernlosen Protoplasmaportion einen Kern

hinzu, so treten in ihr charakteristische Lebenserscheinungen auf, die sonst ausgeblieben wären.

Es giebt einfachste Lebewesen, Protoplasmaklümpchen, in denen bis jetzt noch kein Kern beobachtet worden ist. Sollte sich die Kernlosigkeit dieser Wesen bestätigen, so würden sie auf einer tiefern Stufe, als auf der der Zelle, stehen, auf der einer Cytode. Haeckel hat solche Wesen als allereinfachste Organismen zu der Gruppe der Moneren vereinigt.

Ein häufiger, jedoch nicht wesentlicher Bestandtheil der Zelle ist die Zellhaut oder Zellmembran, ein äusseres zum Schutze oder zur Stütze dienendes Ausscheidungsprodukt des Protoplasmas. Eine solche Membran kann auch durch Erhärtung und Umwandlung der peripheren Protoplasmaschichten selbst entstehen.

Eine einzige Zelle für sich allein ist ursprünglich (einzellige Organismen, Eizelle) zu allen jenen Thätigkeiten und Verrichtungen befähigt, die man unter dem Begriffe des Lebens zusammenfasst. Diese Lebenserscheinungen sind, wenn auch noch nicht physikalisch und chemisch erklärt, doch sicher nicht auf die Wirkung einer besondern, nur den Organismen zukommenden Lebenskraft zurückzuführen. Es giebt auch keinen besondern Grundstoff, keinen Lebensstoff, der nur bei den Organismen vorkäme und an den eine besondere Lebenskraft gebunden wäre. Wir haben es mit denselben Kräften und denselben Stoffen zu thun, die wir auch in der übrigen Natur antreffen.

Das Leben der Zelle äussert sich im einfachsten, indifferentesten Falle:

1. In Bewegungen. Das Protoplasma ist contractil. Die feinsten sichtbaren Theilchen desselben können sich gegen einander verschieben. Die Zelle kann ihre Gestalt und ihre Lage im Raume verändern.

2. In der Reizbarkeit. Die Zelle reagirt durch solche Bewegungen auf Einwirkungen von aussen.

3. Im Stoffwechsel. Durch die Lebensthätigkeit werden Stoffe in der Zelle verbraucht, zersetzt. Die unbrauchbar gewordenen Stoffe werden ausgeschieden (Ausscheidung, Excretion). Durch die Nahrungsaufnahme werden fremde Substanzen der Zelle zugeführt. Diese sind verdaulich, wenn sie durch chemische Einwirkung der Zelle assimilirt, in Bestandtheile des Protoplasmas umgewandelt werden können (Verdauung, Assimilation). Ist dies ihrer chemischen Beschaffenheit nach nicht möglich, so sind sie unverdaulich und werden wieder aus dem Körper ausgestossen.

4. Im Wachsthum. Bei der Ernährung können durch Assimilation mehr Protoplasmatheile gebildet werden, als vorher vorhanden waren. In Folge dessen nimmt die Zelle an Masse und Grösse zu, sie wächst.

5. In der Fortpflanzung. Man kann annehmen, dass die Grösse der Zelle individuell begrenzt ist. Wächst sie über dieses individuelle Grössenmaass hinaus, so zerfällt sie in 2 Zellen. Fortpflanzung durch Theilung. Jedes der beiden Theilstücke hat dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften, wie die Mutterzelle. Einfachster Fall der Vererbung. Durch Wachsthum erreicht die Tochterzelle auch wieder die Grösse der Mutterzelle.

Da die Zelle sowohl der Ausgangspunkt für das Thierreich als für das Pflanzenreich ist, so ist leicht verständlich, dass zwischen beiden Reichen nach unten eine scharfe Grenze nicht festgestellt werden kann.

Haeckel hat deshalb ein aus den einfachsten Organismen bestehendes Zwischenreich, das der Protisten, aufgestellt. Aber auch zwischen den Protisten einerseits und den Thieren und Pflanzen anderseits existirt keine scharfe Scheidelinie. Hauptsächlich in der Art der Ernährung nähern sich einige Protisten mehr den Pflanzen, andere mehr den Thieren. Letztere werden als Protozoen allen übrigen echten Thieren, den Metazoen, gegenübergestellt.

I. Kreis oder Stamm des Thierreichs.

Protozoen, Urthiere.

Systematische Uebersicht.

I. Klasse. **Moneren.**

Einfachste Organismen. Protoplasmaklümpchen von verschiedener, wechselnder Gestalt, in denen bis jetzt noch keine Kerne nachgewiesen sind. Bewegung und Nahrungsaufnahme mittelst stumpfer (amöboider) oder langer und feiner Fortsätze (Pseudopodien). Fortpflanzung durch Theilung oder Knospenbildung. Alle Moneren leben im Wasser. Protamoeba, Myxodyction, Protomyxa.

II. Klasse. **Sarcodina.**

Einzellige Organismen mit einem oder mehreren Kernen. Bewegung und Nahrungsaufnahme mittelst wechselnder kurzer oder langer, fadenförmiger, nicht schwingender Fortsätze (Pseudopodien). Fortpflanzung durch Theilung oder Knospenbildung.

1. Unterklasse. Amoebina.

Nackte oder beschalte Sarcodina von wechselnder Gestalt. Bewegung und Nahrungsaufnahme durch Dahinfliessen des Körpers und Bildung wechselnder meist kurzer, lappenförmiger Fortsätze. Contractile Vacuolen meist vorhanden.

Amoeba (Fig. 1), Arcella (Fig. 2 C), Difflugia (Fig. 2 D), Quadrula (Fig. 2 A), Hyalosphenia (Fig. 2 B).

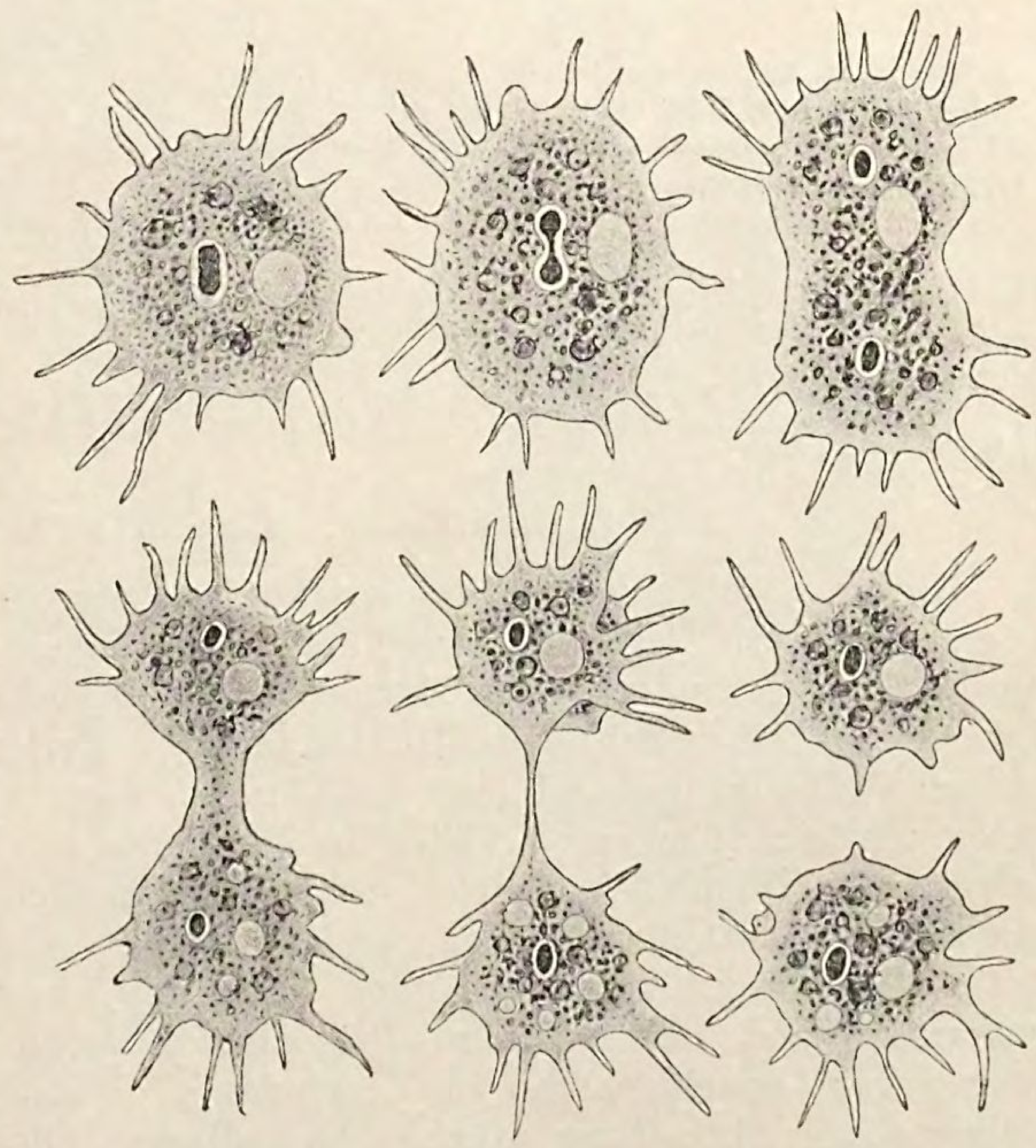


Fig. 1. **Amoeba polypodia.** In den successiven Stadien der Theilung. Die helle Stelle ist die contractile Vacuole, der dunkle Fleck der Kern (nach F. E. Schulze).

2. Unterklasse. Rhizopoda, Wurzelfüssler.

Sarcodinen, deren Protoplasma eine sehr verschieden ge-

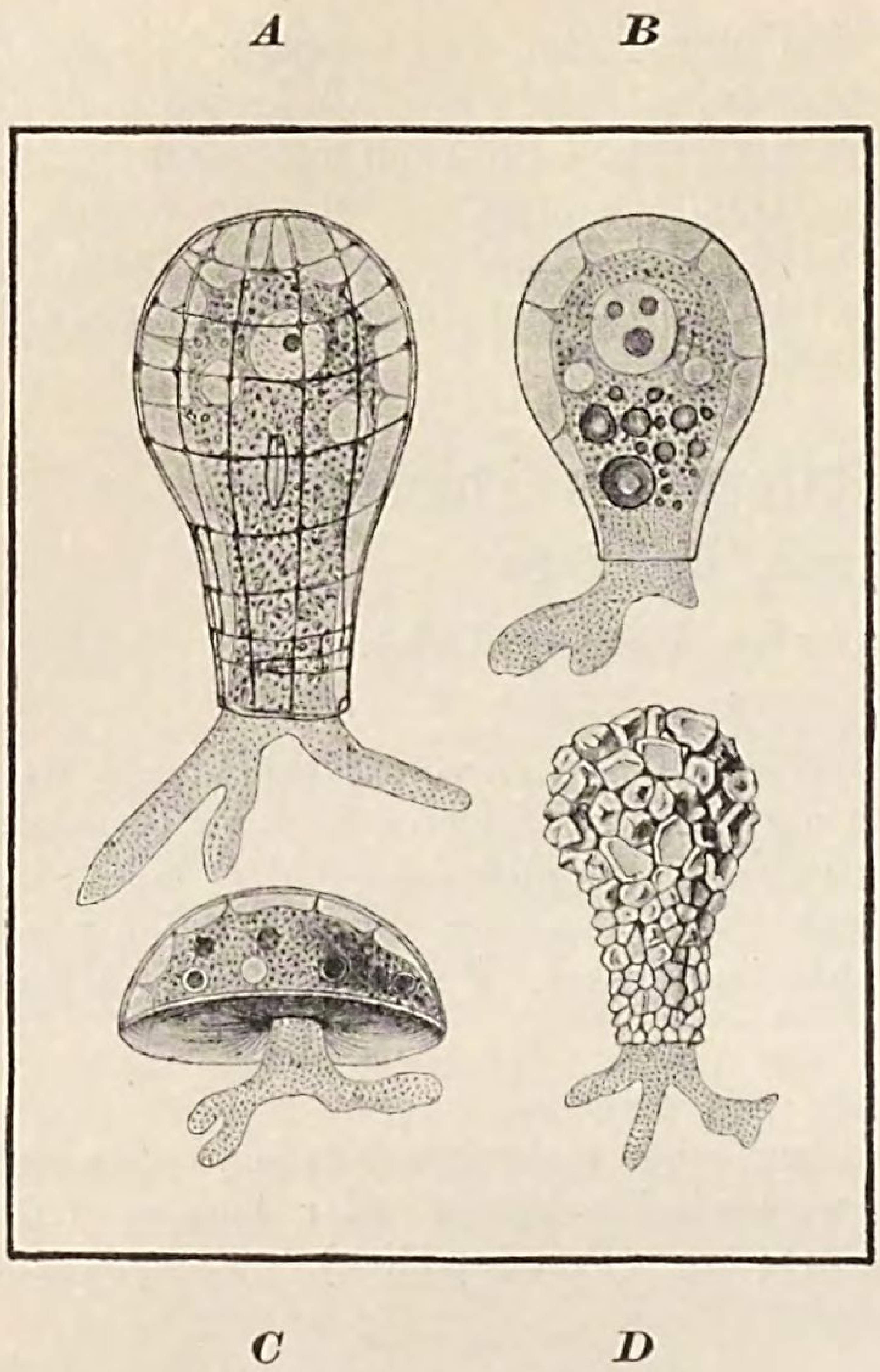


Fig. 2.
A **Quadrula symmetrica,** nach F. E. Schulze.
B **Hyalosphenia lata,** nach F. E. Schulze.
C **Arcella vulgaris,** nach Hertwig und Lesser.
D **Difflugia pyriformis,** nach Wallich, completirt.

staltete, anfangs einachsige, chitinöse, meist verkalkende Schale absondert. Nahrungsaufnahme und Bewegung durch Pseudopodien, die gerne mit einander (oft netzartig) verschmelzen. Contractile Vacuolen fehlen meist.

A. Imperforata.

Schalen ein- oder vielkammerig, mit einer oder zwei grösseren Oeffnungen, durch welche das Protoplasma und die Pseudopodien heraustreten, nicht von feinen Poren durchbohrt.

Miliola (Fig. 3 C), Lituola, Gromia (Fig. 3 A).

B. Perforata.

Schalen ein- oder vielkammerig, von feinen Poren zum Durchtritt der Pseudopodien durchbohrt. Globigerina, Rotalia (Fig. 3 B).

3. Unterklasse. Heliozoen.

Nackte oder von einem Kieselskelet umkleidete, kuglige Sarcodinen, mit feinen, mehr oder weniger steifen, allseitig ausstrahlenden Pseudopodien. Contractile Vacuolen meist vorhanden, in wechselnder Zahl.

Actinophrys (Fig. 4), Actinosphaerium, Acanthocystis, Clathrulina.

4. Unterklasse. Radiolarien.

Körper durch eine ursprünglich kuglige oder eiförmige Kapselmembran in einen äussern (Extracapsulum) und einen innern, kernhaltigen (Centralkapsel) Theil gesondert. Das Extracapsulum besteht aus Protoplasma (ohne Kerne) und einer Schleimhülle (Calymma). Ersteres bildet eine Schicht um die Centralkapsel und eine netzförmige Lage um das Calymma; beide treten mit einander durch Fäden in Verbindung. Von der Oberfläche des Calymma strahlen feine nicht steife Pseudopodien allseitig aus. Skelete von ausserordentlich verschiedenartiger Gestalt, aus Kieselsäure oder einer chitinartigen organischen Substanz (Acanthin) bestehend, selten fehlend. Das extra- und intracapsuläre Protoplasma durch verschiedenartige Oeffnungen der Capselmembran in Verbindung. Wunderbar formenreiche und vielgestaltige Abtheilung mariner Sarcodinen. Ohne contractile Vacuolen. Symbiotisch mit den Radiolarien leben einzellige Algen (gelbe Zellen). Die Familie der Polycyttarien unter den Spumellarien zeichnet sich durch Koloniebildung aus.

A. Porulosa.

Centralkapsel kuglig, ohne Hauptöffnung, mit zahllosen feinen Poren.

I. Spumellaria. Kern central, sich spät theilend. Skelet kieslig oder fehlt, nie in das intracapsuläre Protoplasma eindringend.

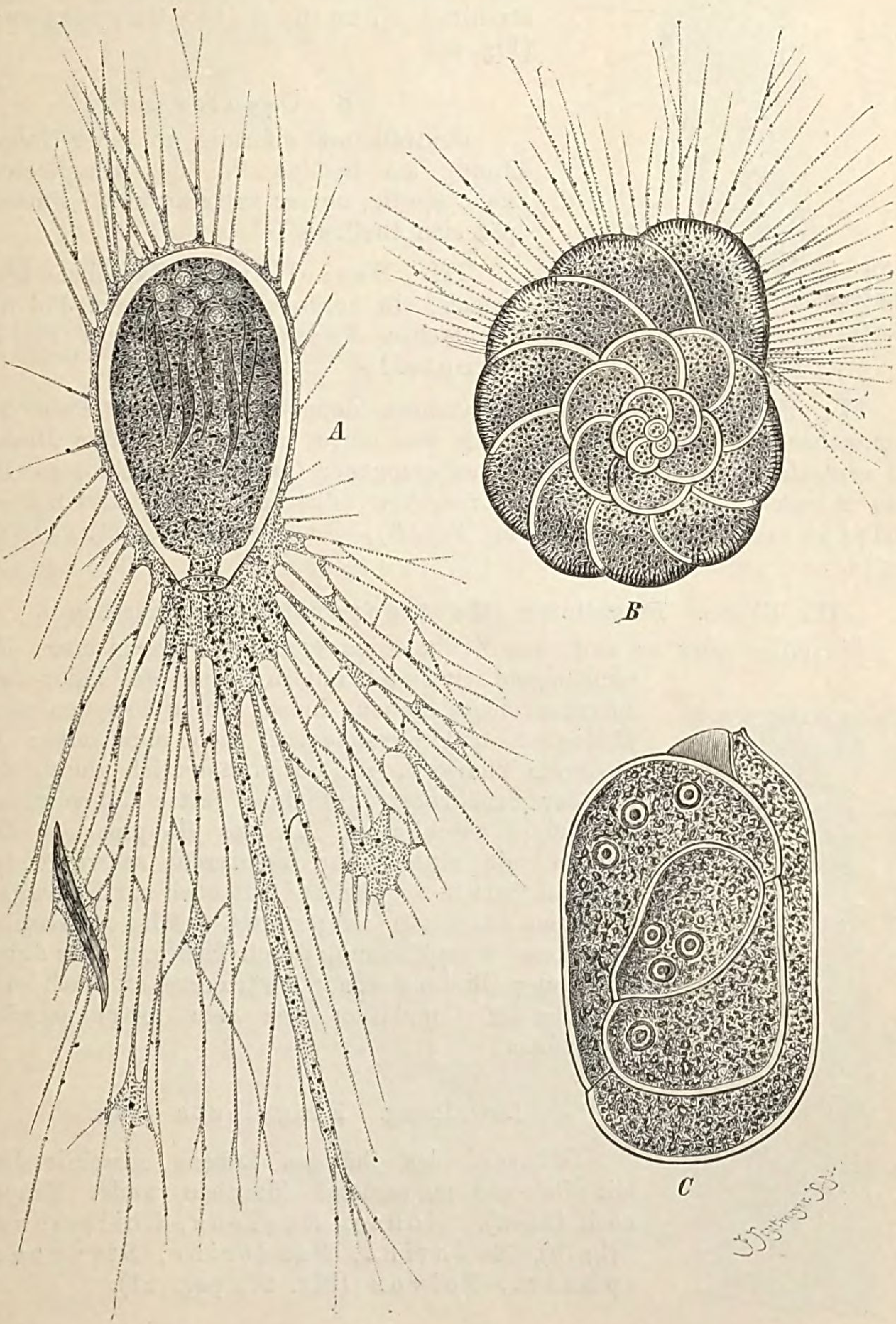


Fig. 3. *A* **Gromia oviformis,** nach M. S. Schultze.
B **Rotalia Freyeri,** nach M. S. Schultze.
C **Miliola,** nach R. Hertwig. Im Innern der Kammern die Kerne.

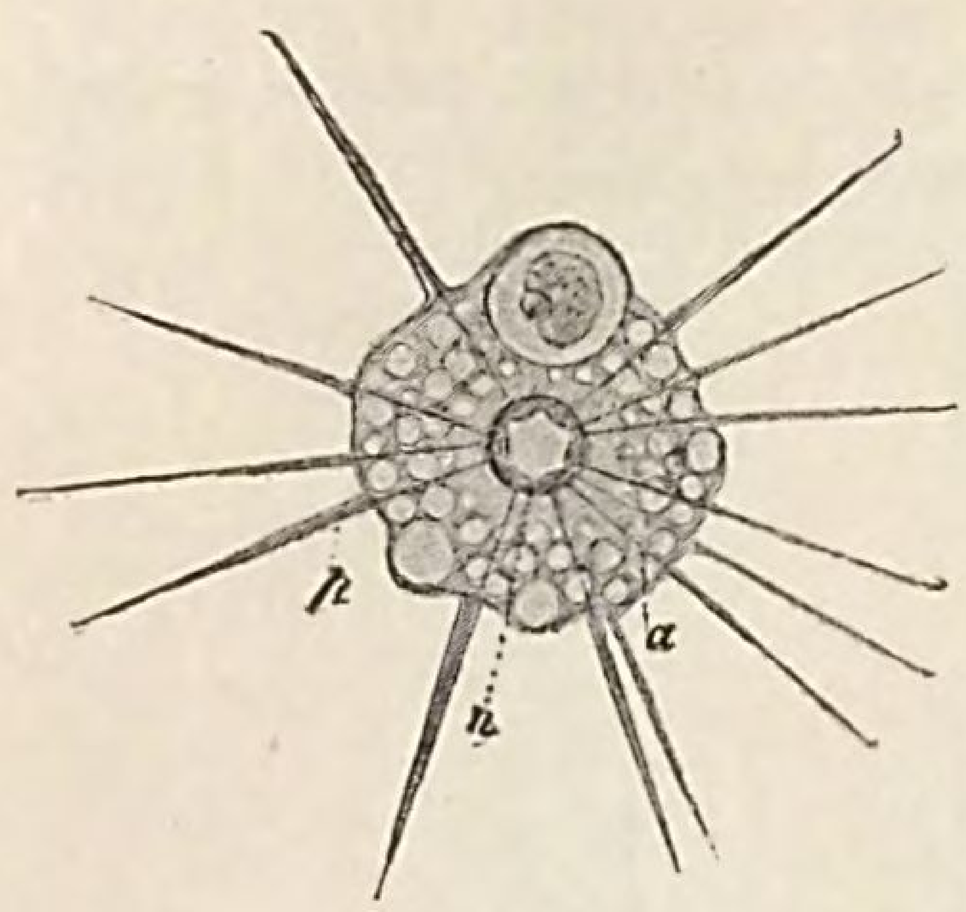


Fig. 4. **Actinophrys sol.**, nach GRENACHER. *p* Pseudopodien, *n* Kern, *a* Achsenfaden der Pseudopodien.

Thalassicolla, Collozoum, Sphaerozoum, Thalassoplancta (Fig. 5), Collosphaera, Dictyastrum.

II. Acantharia. Kern excentrisch, sich früh theilend. Skelet aus Acanthin, vom Mittelpunkt der Centralkapsel ausstrahlend. Acanthometra, Phractaspis (Fig. 6).

B. Osculosa.

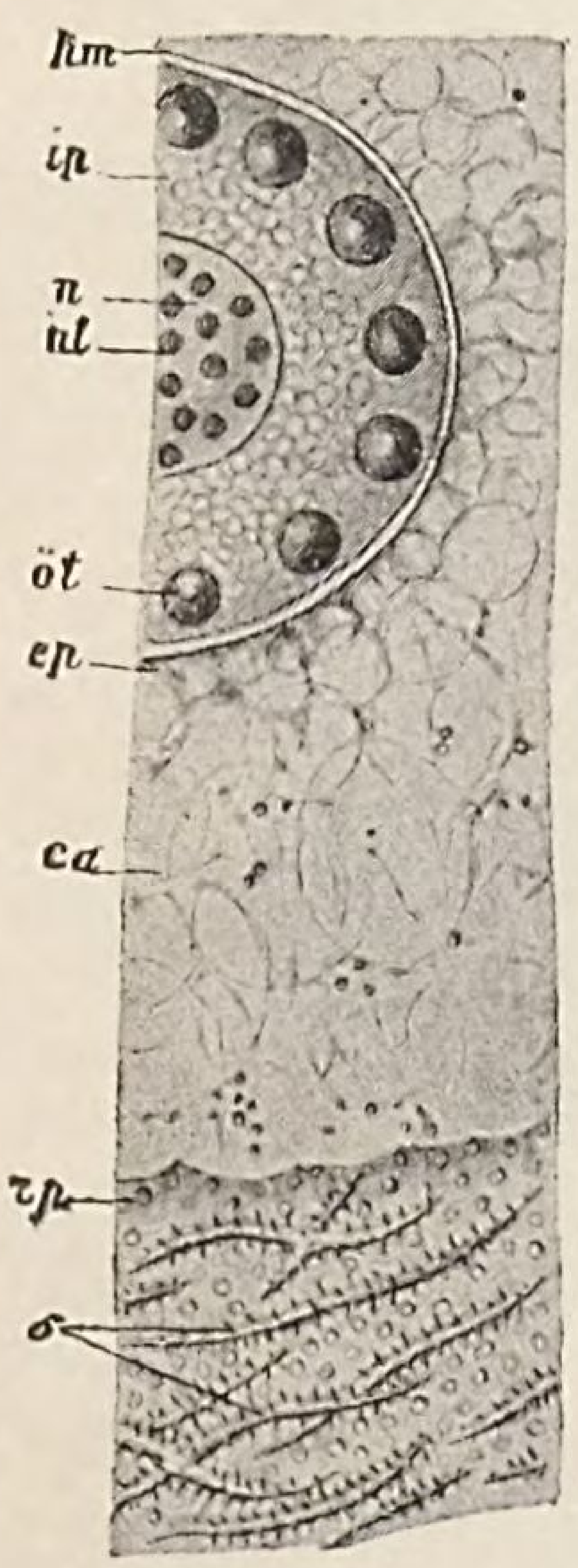
Centralkapsel eiförmig, mit einer Hauptöffnung am basalen Pol der Hauptachse. Skelet kieslig, immer extracapsulär. Nucleus spät sich theilend.

III. Nassellaria. Kapselmembran einfach, ein poröser Hof am oralen Pol der Hauptachse. Nassella, Cortina (Fig. 7), Cornutella.

IV. Phaeodaria. Kapselmembran doppelt, am oralen Pole der Hauptachse mit einem Osculum, das von einem radiär gestreiften Deckel mit centraler, meist kaminförmig ausgezogener Oeffnung geschlossen ist. Eine Ansammlung von Pigmentkörperchen (Phaeodium) im Calymma. — Aulosphaera, Aulactinium (Fig. 8), Cannopilus, Challengeria.

III. Klasse. **Flagellaten** (Mastigopora), Geisselthierchen.

Einzellige oder zu einfachen Zellkolonien vereinigte Organismen, die recht eigentlich an der untern Grenze des Thier- und Pflanzenreiches stehen, indem einige Gruppen morphologisch und physiologisch sich unmittelbar an niederste Pflanzen, andere vornehmlich durch die Art der Ernährung (Aufnahme fester Nahrung) an die Thiere anschliessen. In der Hauptperiode des Lebens mit einer oder mehreren schwingenden Geisseln (zur Bewegung und oft auch zur Nahrungsaufnahme dienend) ausgestattet. Mit contractilen Vacuolen. Fortpflanzung durch Theilung oder durch Sprossung (Bildung von Schwärmern) oft nach vorausgehender Copulation der sich fortpflanzenden Individuen.



I. Ordnung. Flagellata s. str.

Während des thätigen Lebens ausschliesslich mit Geisseln ausgerüstet (daneben weder Kragen noch Cilien). Monas, Euglena, Chilomonas (Fig. 9), Eudorina, Pandorina, Stephanosphaera, Volvox (Fig. 21, pag. 21).

Fig. 5. **Thalassoplancta brevispicula**, ein Ausschnitt, nach HAECKEL. *km* Kapselmembran, *ip* intracapsuläres, *ep* extracapsuläres Protoplasma, *n* Kern, *nl* Kernkörperchen, *öt* Oeltropfen, *ca* alveoläres Calymma, *rp* Protoplasma an der Oberfläche des Calymma, *s* Spicula.

Fig. 6.

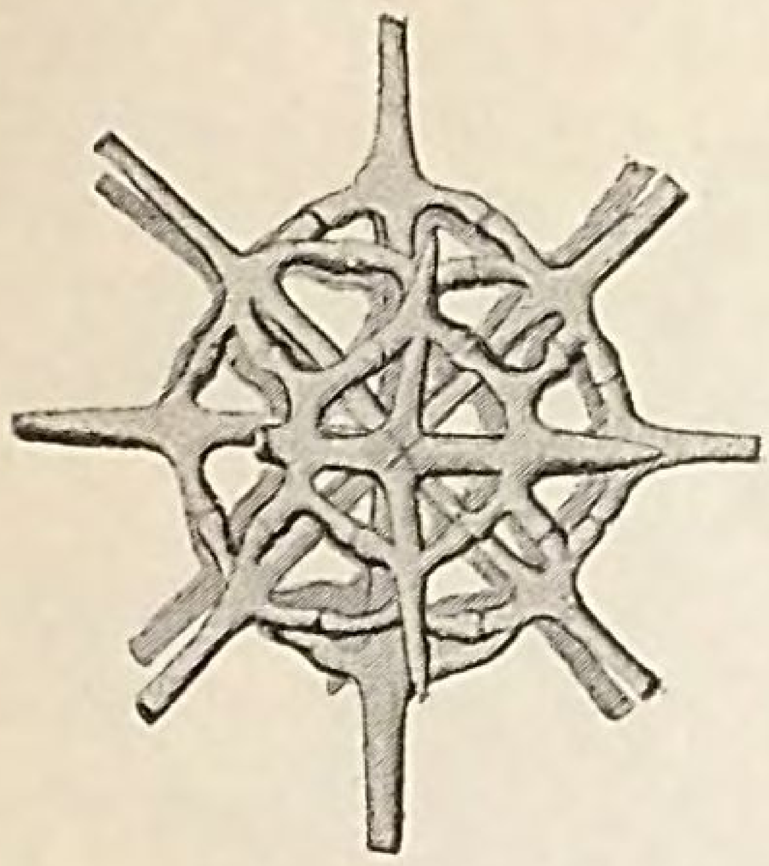


Fig. 7.

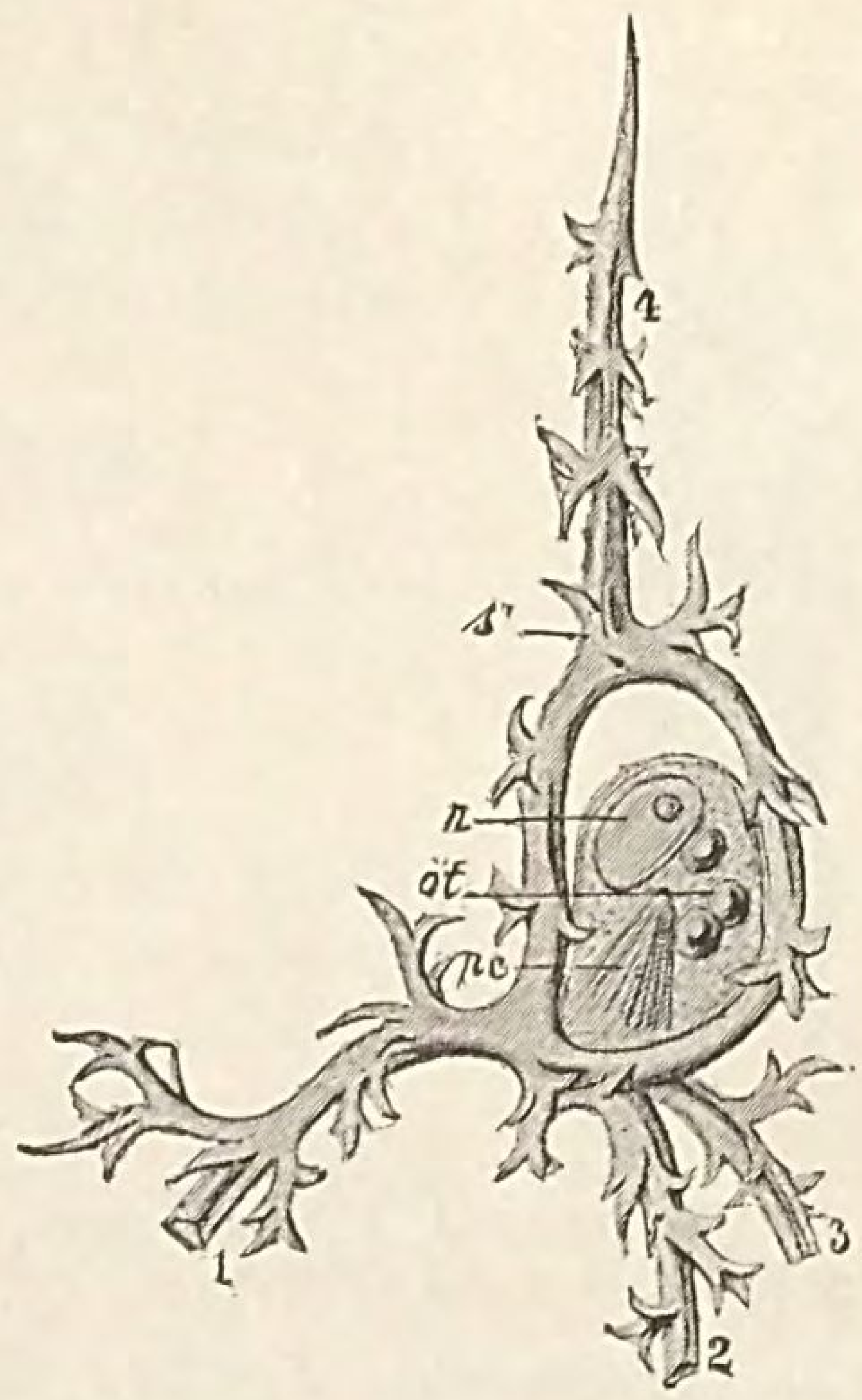


Fig. 6. **Phractaspis prototypus**, nach Haeckel. Skelet.

Fig. 7. **Cortina typus**, nach Haeckel, nicht ganz ausgezeichnet. *s* Skeletring, 1, 2, 3, 4 Hauptstacheln, *n* Nucleus, *öt* Oeltropfen, *pc* Podoconus.

II. Ordnung. Choanoflagellata.

Geissel an ihrer Basis von einem trichterförmigen Kragen umgeben. Phalansterium, Salpingoeca, Protospongia (Fig. 10).

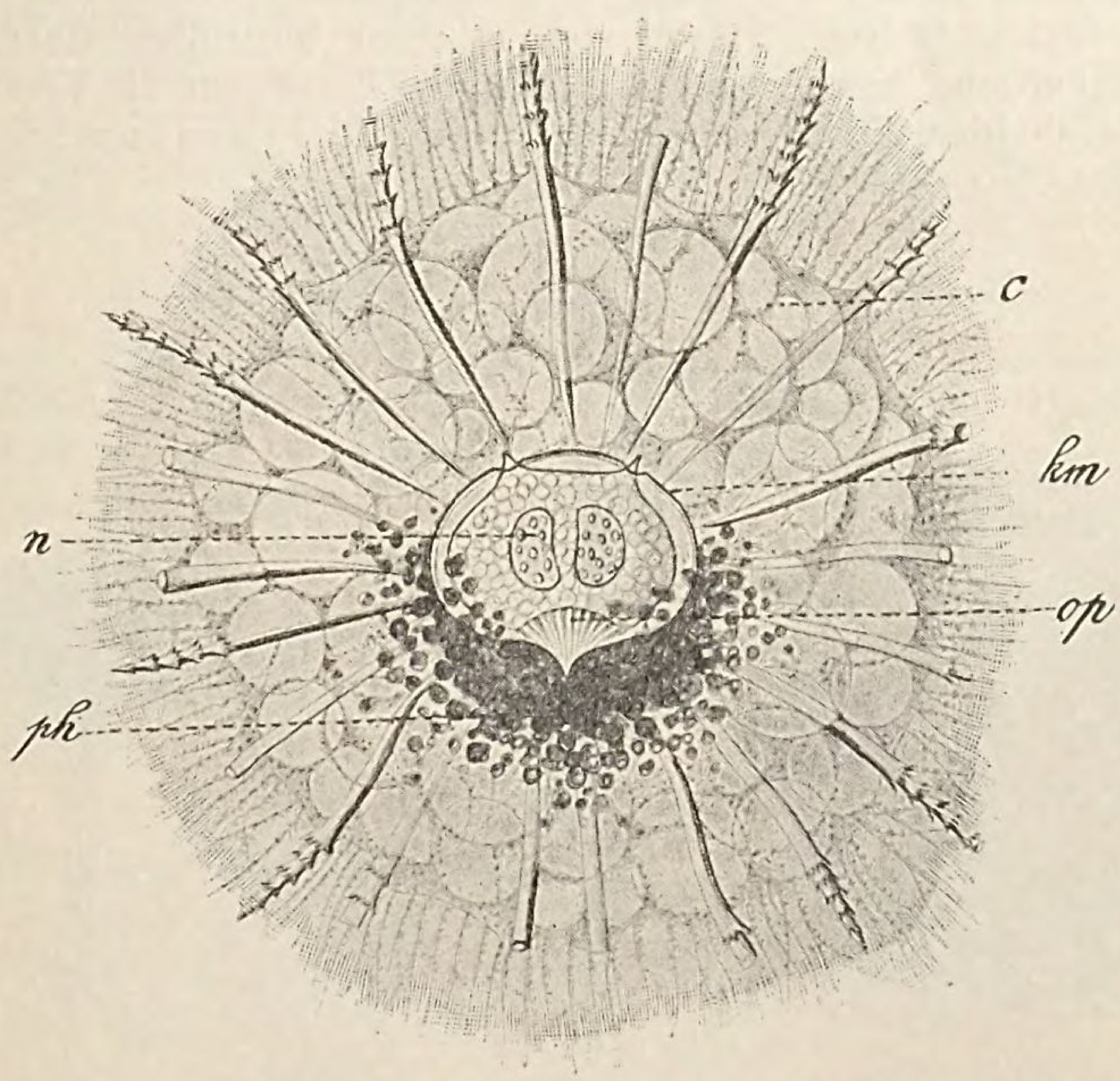


Fig. 8. **Aulactinium actinastrum**, nach Haeckel. *n* Nucleus, *c* Calymma, *km* Kapselmembran, *op* Operculum, *ph* Phaeodium.

Fig. 9.

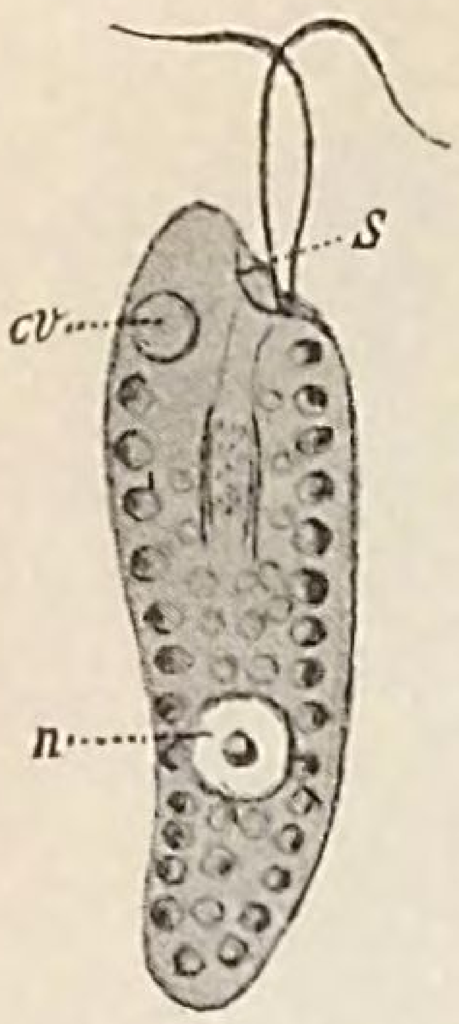


Fig. 10.

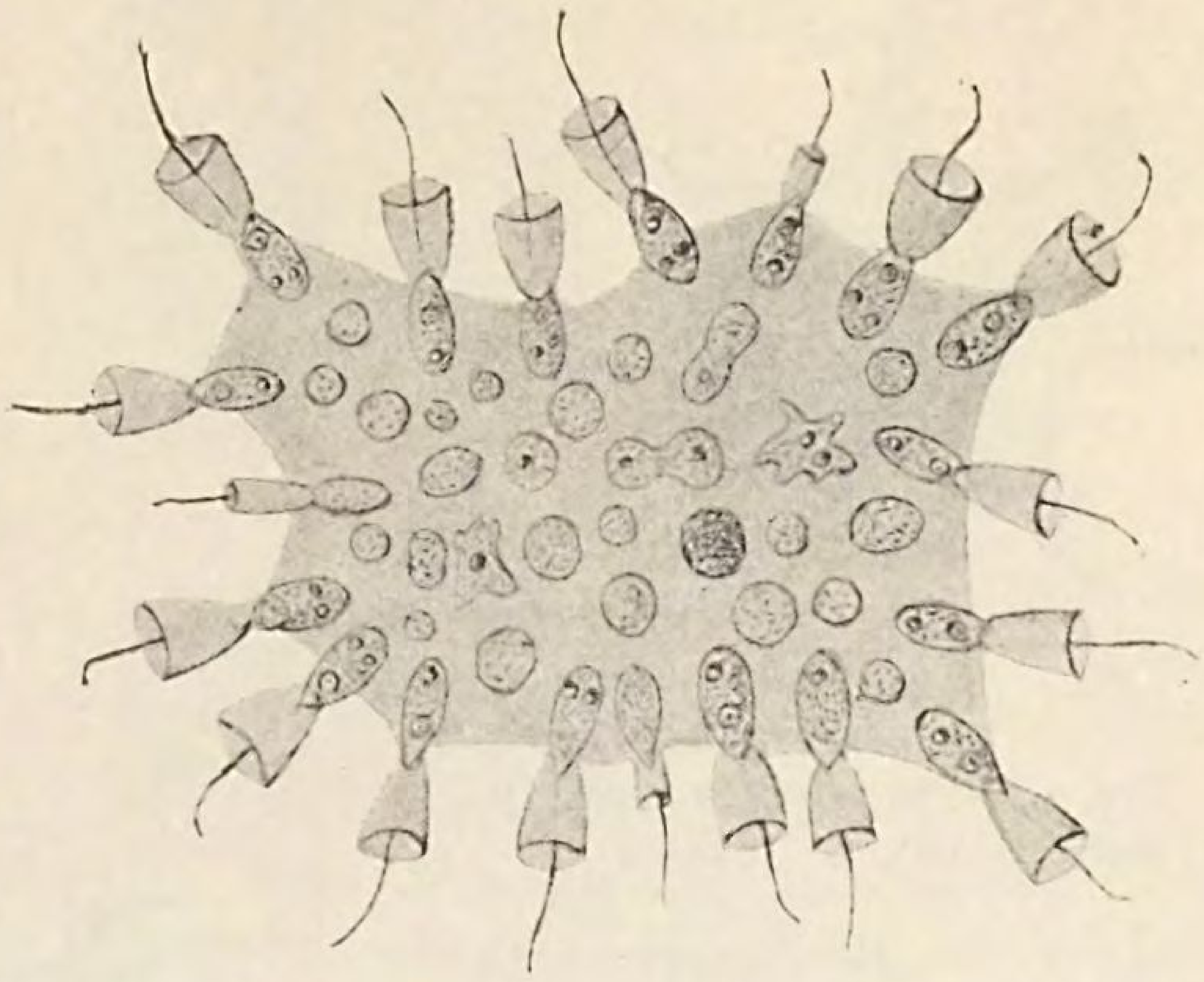


Fig. 9. **Chilomonas Paramaecium**, nach BÜTSCHLI. *s* Mundstelle, *cv* contractile Vacuole, *n* Kern.

Fig. 10. **Protospongia Haeckelii**, nach KENT.

III. Ordnung. Cystoflagellata.

Das Protoplasma zeigt die netzförmige Structur desjenigen der Pflanzenzelle. Noctiluca (Fig. 11), Leptodiscus.

IV. Ordnung. Dinoflagellata (Cilioflagellata).

Beschalte Formen; neben der frei vorragenden Geissel eine zweite besonders gelagerte Geissel, welche sich in einer besondern Querfurche des Körpers undulirend bewegt und bei früheren Forschern die Vorstellung erweckte, als ob hier Cilien vorhanden wären. Peridinium, Ceratium. (Fig. 12).

Fig. 11.

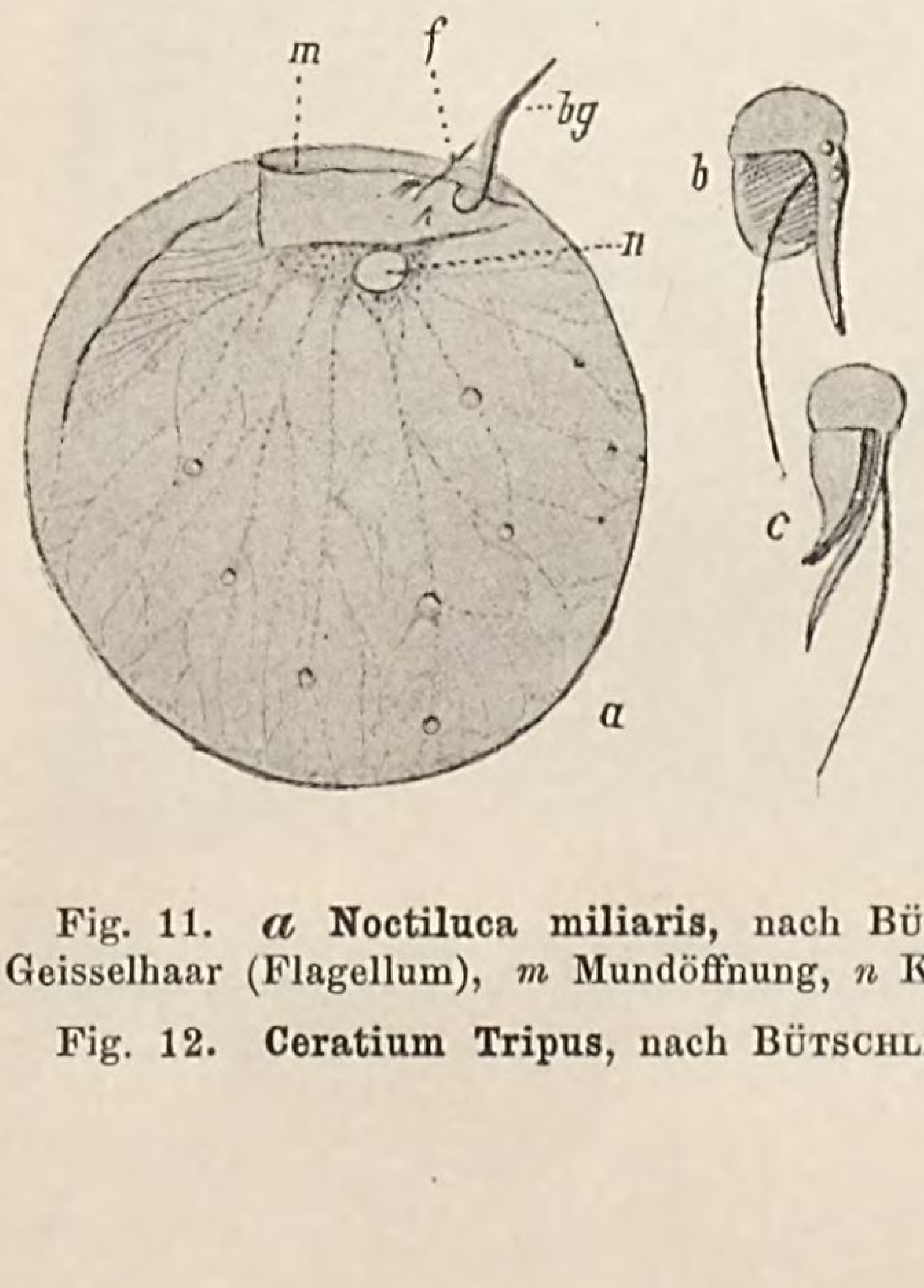


Fig. 12.

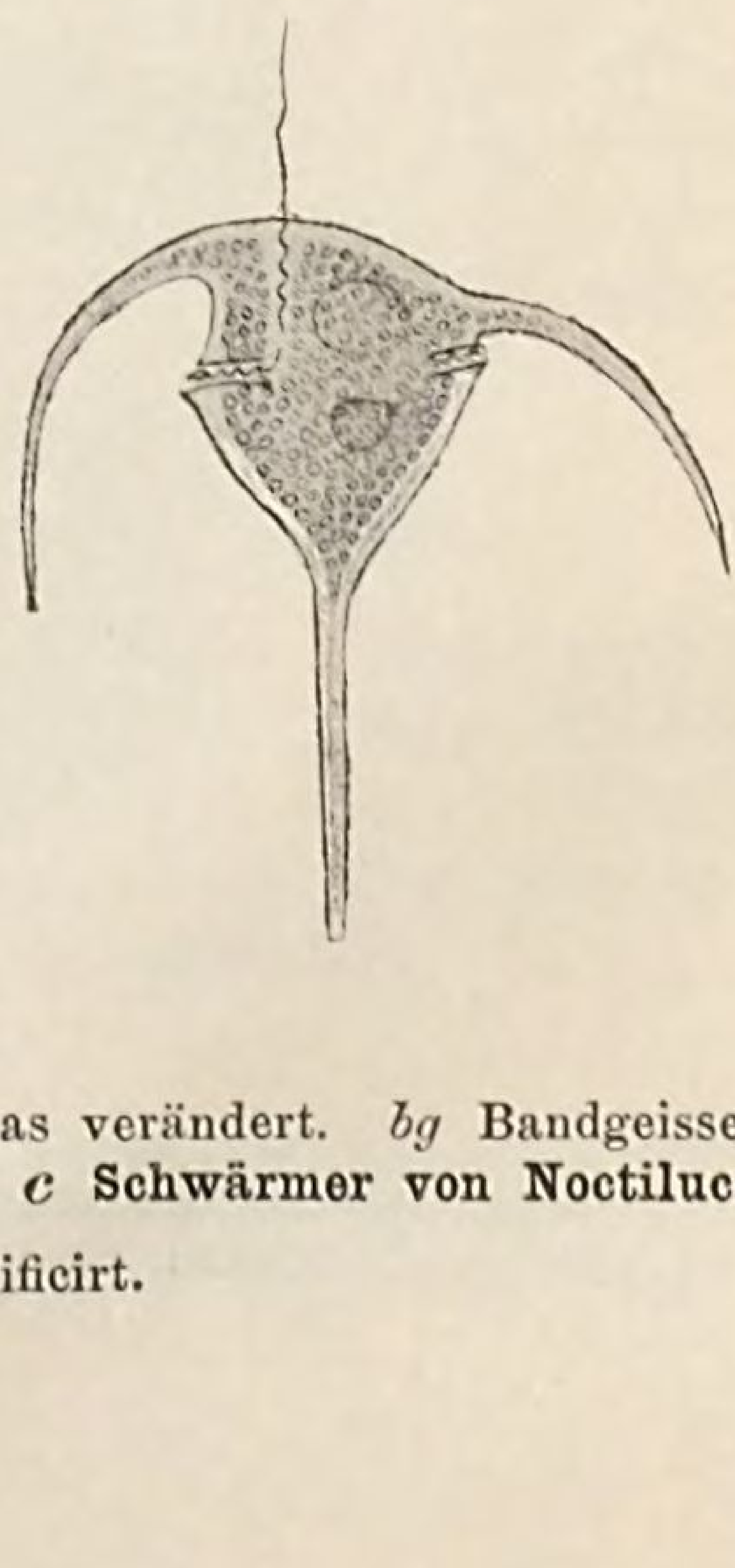


Fig. 11. *a* **Noctiluca miliaris**, nach BÜTSCHLI, etwas verändert. *bg* Bandgeissel, *f* Geisselhaar (Flagellum), *m* Mundöffnung, *n* Kern. *b* und *c* **Schwärmer von Noctiluca**.

Fig. 12. **Ceratium Tripus**, nach BÜTSCHLI, etwas modificirt.

IV. Klasse. **Gregarinen.**

Parasitische Protozoen von gestreckter Gestalt. Stets nur ein Kern. Ohne Pseudopodien, ohne Cilien, ohne contractile Vacuolen, ohne besondere Differenzirungen des Protoplasmas, mit äuserer Zellhaut. Fortpflanzung durch Sporenbildung mit vorangehender Copulation oder Conjugation.

I. Ordnung. Monocystidea.

Körper einfach. Monocystis (im Regenwurm). Urospora. (Fig. 13 B).

II. Ordnung. Polycystidea.

Körper durch eine Scheidewand in einen vordern (Protomerit) und einen hintern Abschnitt (Deutomerit) getheilt. Vom Protomerit grenzt sich oft selbst wieder ein vorderster Abschnitt (Epimerit), mit Haken u. s. w. zum Festhaften ausgestattet, ab, der mit dem Alter verloren geht. Kern im Deutomerit. Actinocephalus, Stylorhynchus (Fig. 13 A), Clepsidrina.

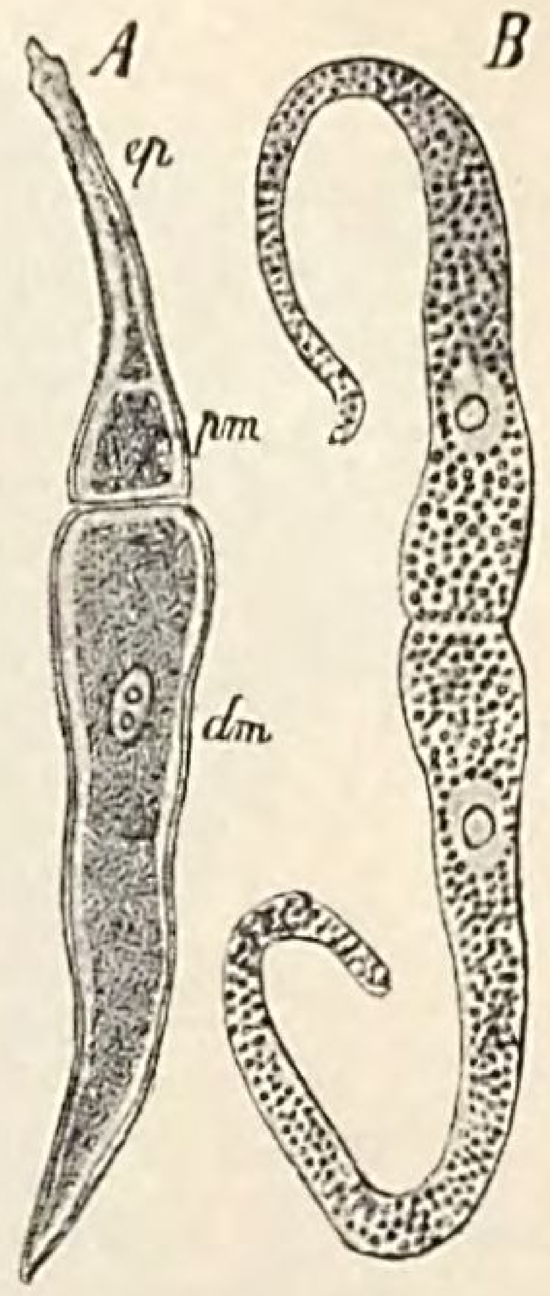


Fig. 13. *A* **Stylorhynchus longicollis,** nach AIMÉ SCHNEIDER. *ep* Epimerit, *pm* Protomerit, *dm* Deutomerit. *B* **Urospora Saenuridis,** Conjugation der Individuen, nach KÖLLIKER.

V. Klasse. **Infusoria** (Ciliata), Aufgussthierchen.

Einzellige, selten zu einfachen Kolonien vereinigte Protozoen mit Cilien oder cilienartigen Fortsätzen zur Bewegung und Nahrungsaufnahme. Meist mit contractilen Vacuolen, Mund und Afteröffnung. Mit verschieden gestaltetem Kern und eigenthümlichem Ersatzkern (fälschlich Nucleolus). Fortpflanzung durch Theilung, häufig Conjugation.

I. Ordnung. Holotricha.

Die ganze Oberfläche ist gleichmässig mit feinen, oft reihenweise stehenden Wimpern besetzt. Paramaecium, Trachelius.

II. Ordnung. Heterotricha.

Besitzen ausser dem über die ganze Oberfläche sich erstreckenden gleichmässigen Wimperkleide eine deutlich entwickelte Zone borsten- oder griffelförmiger adoraler Wimpern. Spirostomum, Stentor (Fig. 15), Freia, Balantidium.

III. Ordnung. Hypotricha.

Rücken- und Bauchfläche scharf geschieden, Bauchseite bewimpert. Chilodon, Euplotes, Stylonychia (Fig. 14), Oxytricha, Urostyla.

IV. Ordnung. Peritricha.

Körper kuglig oder cylindrisch, nur partiell bewimpert. Wimpern entweder in einer adoralen Spirale oder in einem Gürtel. Vorticella (Fig. 16), Carchesium, Epistylis, Trichodina, Strombidium, Tintinnus, Ophrydium.

VI. Klasse. **Suctoria** (Acineta), Saug-Infusorien.

Nur in der Jugend bewimpert. Mit saugröhrchen-ähnlichen Fortsätzen, mittels deren sie den Körper vorwiegend von Infusorien anbohren und

Fig. 14.

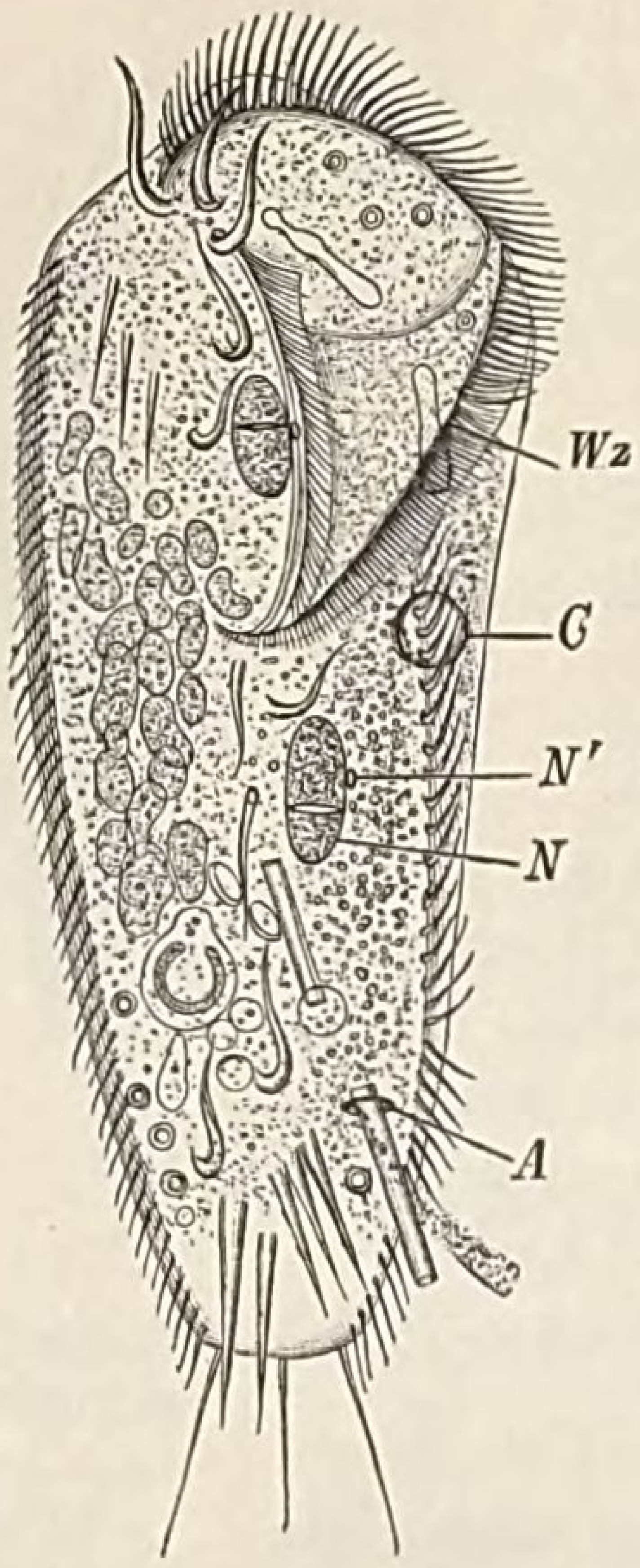


Fig. 15.

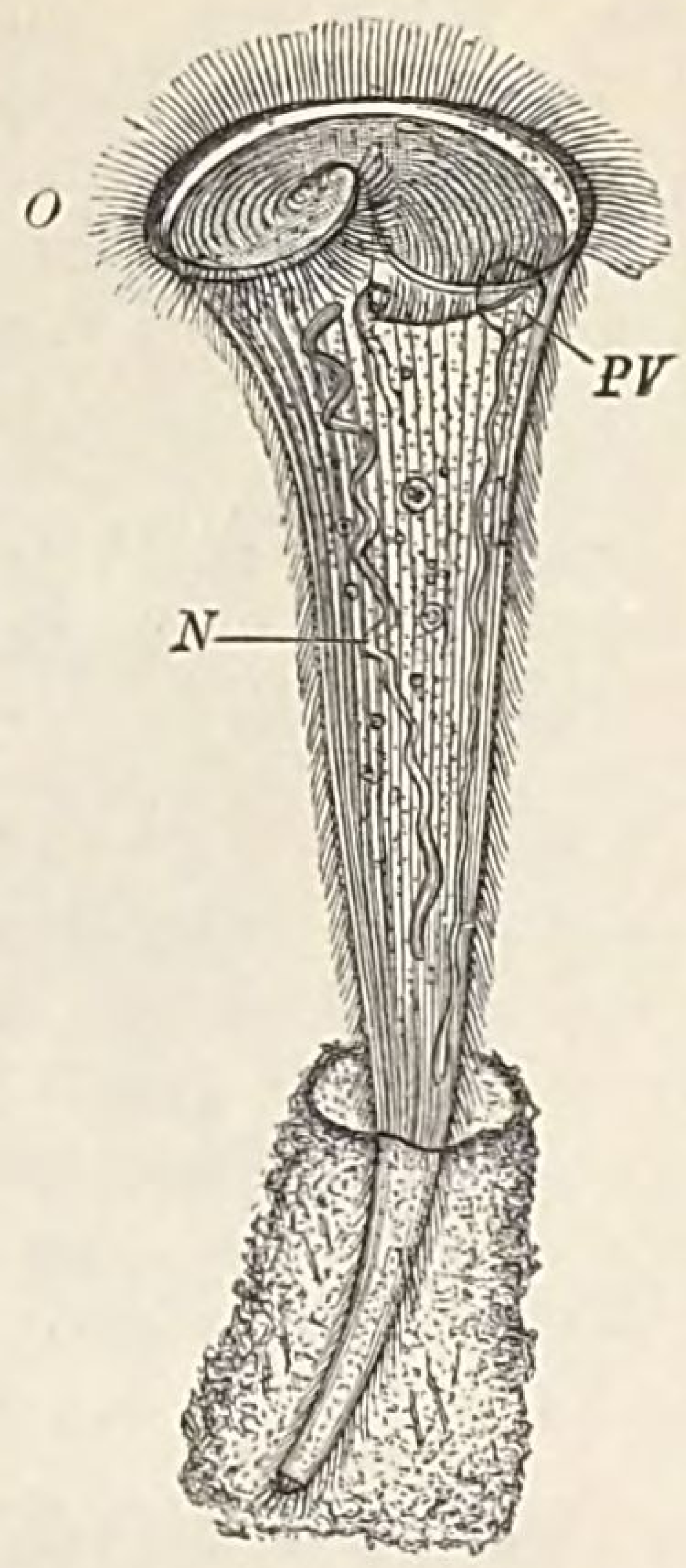


Fig. 14. **Stylonychia mytilus**, nach Stein (aus Claus, Zoologie), von der Bauchfläche gesehen. *Wz* adorale Wimperzone, *C* contractile Vacuole, *N* Nucleus, *N*¹ Nucleolus, *A* After.

Fig. 15. **Stentor Roeselii**, nach Stein (aus Claus, Zoologie). *O* Mundöffnung mit Schlund, *PV* contractile Vacuole, *N* Nucleus.

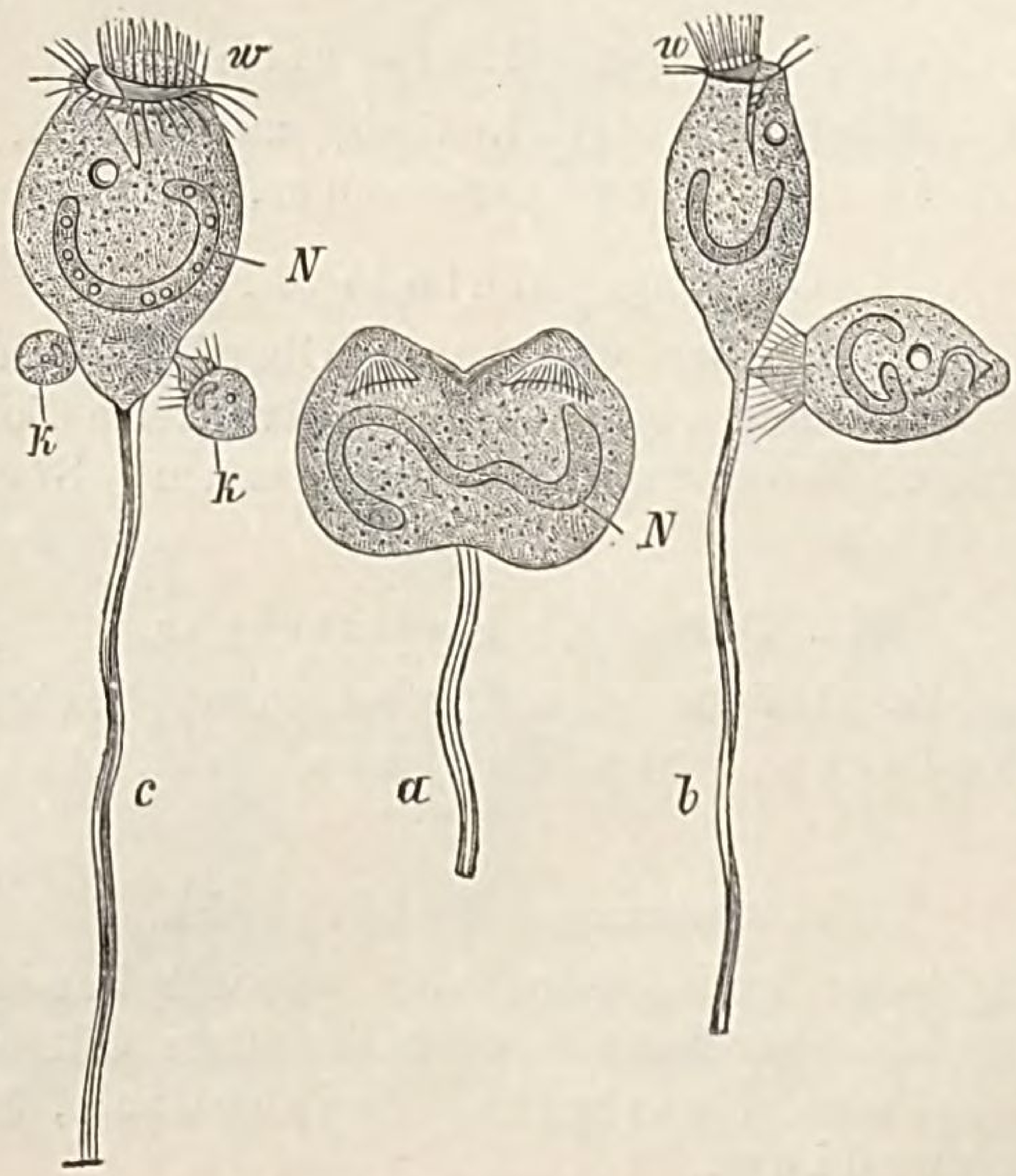


Fig. 16. **Vorticella microstoma**, nach Stein (aus Claus, Lehrbuch der Zoologie). *a* in Längstheilung. *N* Kern. *b* nach vollendeter Theilung, das eine Theilstück löst sich los, nachdem es einen hinteren Wimperkranz gebildet hat, *w* adorales Wimperorgan. *c* Vorticella in Conjugation, *K* die angehefteten knospenähnlichen Individuen.

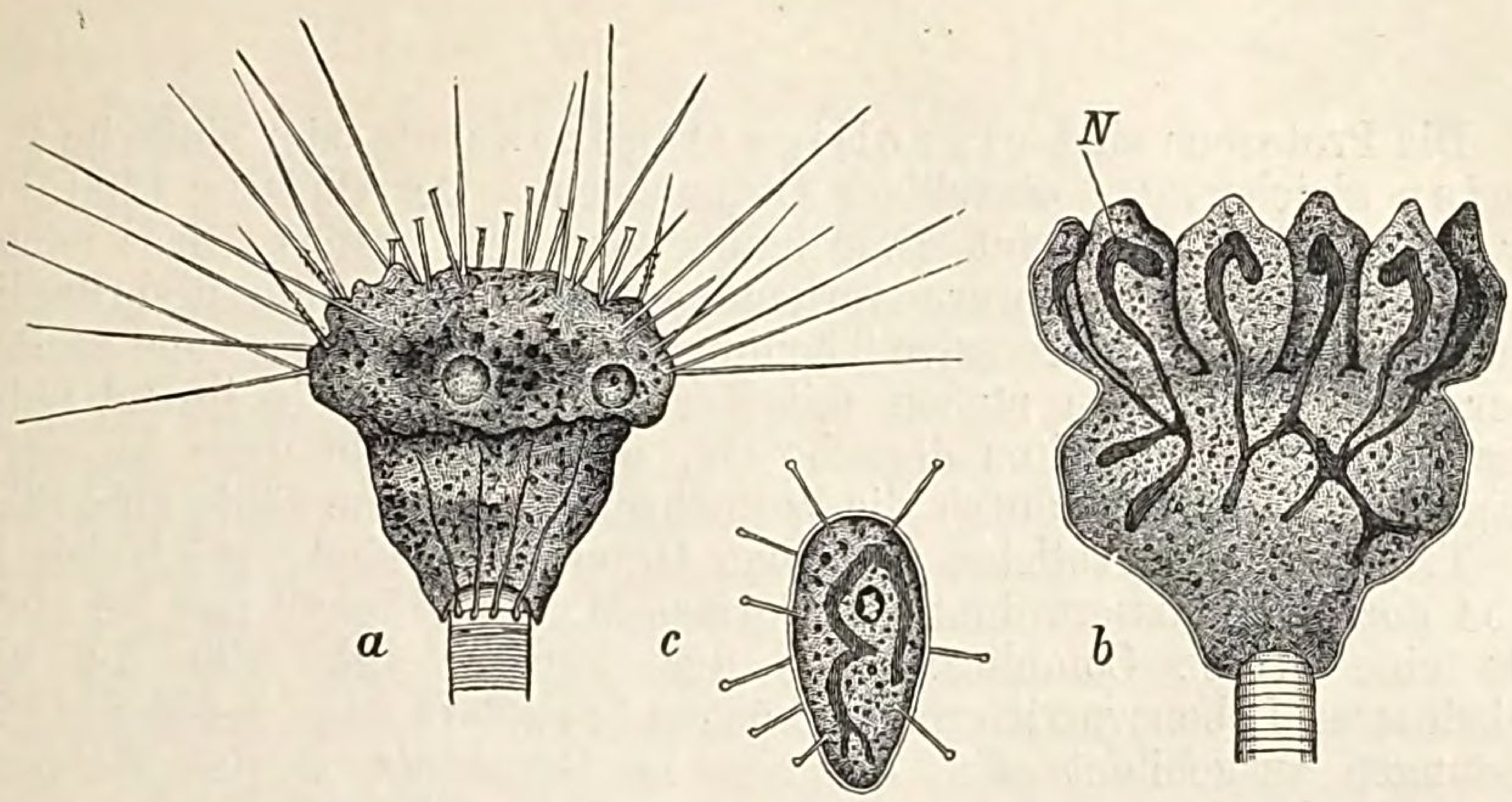


Fig. 17. **Podophrya gemmipara**, nach R. HERTWIG (aus CLAUS, Zoologie). *a* Mit ausgestreckten Saugröhrchen und Fangfäden, mit 2 contractilen Vacuolen. *b* Mit Knospen, in welche Fortsätze des verästelten Kernes *N* eintreten. *c* Losgelöster Schwärmer.

deren Protoplasma einsaugen. Fortpflanzung durch Knospung. Acineta, Podophrya (Fig. 17), Dendrocometes.

VII. Klasse.

Catallacta (Flimmerkugeln).

Einzige Gattung und Art: Magosphaera planula (Fig. 18). Freischwimmend im Meer. Küste von Norwegen. Eine kuglige Kolonie von birnförmigen, mit ihren Stielen im Mittelpunkt der Kugel vereinigten, an der äussern Oberfläche mit Wimperhaaren versehenen Zellen. Fortpflanzung: Die Kolonie löst sich in die einzelnen Zellen auf. Diese sinken zu Boden, werden amöbenähnlich, kapseln sich ein und bilden innerhalb der Kapsel durch successive Theilung eine neue Kolonie, die sich später von der Kapsel befreit.

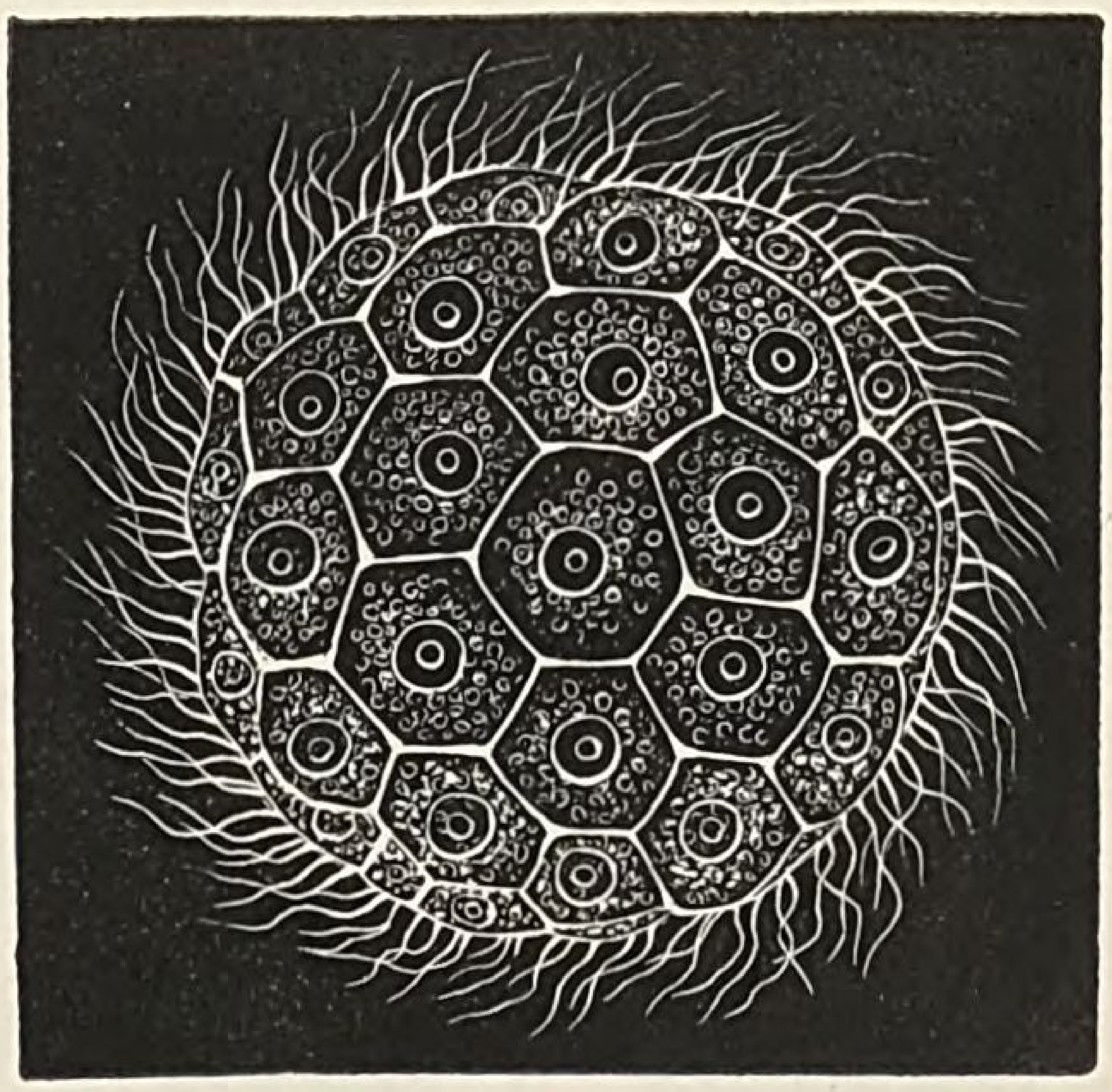


Fig. 18. **Magosphaera planula**, nach HAECKEL.

Die Protozoen sind einzellige Organismen oder einfache Kolonien gleichartiger einzelliger Organismen. Der typische Charakter der Einzelligkeit erscheint zwar häufig dadurch gestört, dass anstatt eines Kernes deren mehrere vorhanden sind, indem der ursprünglich einfache Kern durch successive Theilungen in mehrere oder viele zerfällt. Aber diese Theilungen stehen mit der Fortpflanzung in irgend einem Zusammenhang, sie leiten dieselbe ein, oder es bleibt doch der ganze übrige Theil der Zelle durch die Vermehrung der Kerne völlig unberührt.

Trotzdem die Protisten einzellige Organismen sind, zeigt sich bei ihnen doch eine ausserordentliche Formen-Mannigfaltigkeit und bei vielen tritt eine grosse Complication in der Structur auf. Für die verschiedensten Lebensverrichtungen können besonders dazu geeignete Einrichtungen ausgebildet sein, die aber im Gegensatz zu den Metazoen immer Theile einer und derselben Zelle sind. Nirgends in der Organismenwelt erlangt die Zelle einen so hohen Grad der morphologischen Differenzirung, wie bei gewissen Protozoen. Daneben zeigt sich bei niederen Protozoen die Zelle in ihrem einfachsten Bau zu allen wesentlichen Lebenseinrichtungen befähigt.

Eine Amöbe (Fig. 19) kann ein einfaches Klümpchen gleichmässig körnigen Protoplasmas mit einem Kern im Innern darstellen. Die Bewegung geschieht dadurch, dass an einigen Stellen Protoplasma hervorströmt und so formveränderliche (amöboide) Fortsätze bildet. An andern Stellen werden schon gebildete Fortsätze eingezogen. Die Hauptmasse des Plasmas strömt den neugebildeten Fortsätzen zu und so erscheint die Bewegung als ein ungleichmässiges Dahinfliessen.

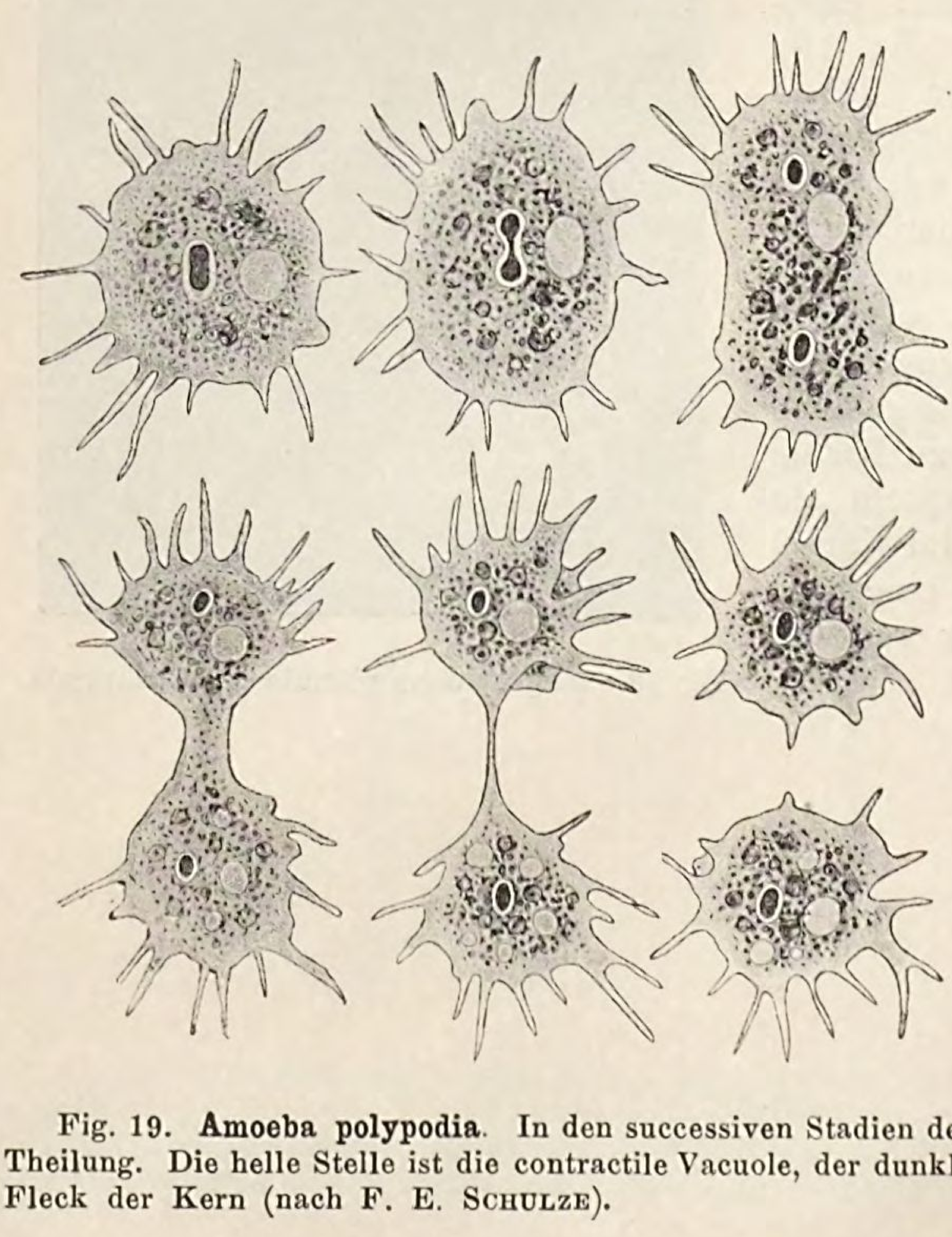


Fig. 19. **Amoeba polypodia**. In den successiven Stadien der Theilung. Die helle Stelle ist die contractile Vacuole, der dunkle Fleck der Kern (nach F. E. Schulze).

Dabei gelangen fremde Partikelchen in das Innere des Körpers; sind sie assimilationsfähig, so werden sie verdaut; sind sie es nicht, so werden sie bei der Fortbewegung der Amöbe zurückgelassen. Bei reichlicher Ernährung wächst die Amöbe. Sie pflanzt sich fort, indem sich der Kern einschnürt, hantelförmig wird und schliesslich in zwei Kerne zerfällt. Nach vollzogener Theilung

des Kernes schnürt sich auch der Plasmaleib ein und zerfällt in zwei Theile, jeder mit seinem Kern. So ist jede Tochteramöbe der Mutter — abgesehen von der Grösse — gleich geworden. — Fortpflanzung durch Theilung.

I. Das Protoplasma.

Das Protoplasma ist bei vielen Protozoen (gewissen Moneren, bei den Rhizopoden, wenigen Amöben, ferner bei den meisten Flagellaten) ziemlich homogen, d. h. gleichmässig körnig. Bei den meisten aber zeigt sich eine Differenzirung in eine festere, hyaline oder doch mehr feinkörnige, meist stärker contractile äussere Schicht (Rindenschicht, Ectoplasma, Ectosark) und eine flüssigere, körnige innere Schicht (Marksubstanz, Endoplasma, Endosark). (Bei einigen Heliozoen ist das Endosark homogener, das Ectosark körnig.) Eine scharfe Grenze zwischen beiden Schichten fehlt gewöhnlich, nur bei den Radiolarien sind beide Theile (extra- und intracapsuläres Protoplasma) durch eine Membran (Kapselmembran) getrennt, stehen aber durch verschiedenartige Durchbrechungen mit einander in Verbindung.

Die Kapselmembran besitzt entweder zahlreiche feine Poren (Spumellaria und Acantharia) oder eine einzige runde Oeffnung (osculum), die von einem porösen Deckel (operculum) bedeckt ist (Nassellaria), oder neben zwei oder mehreren Oeffnungen eine Hauptöffnung, die von einem strahlenförmig gerippten Deckel verschlossen ist, in dessen Mitte eine röhrenförmig nach aussen verlängerte Oeffnung sich befindet (Phaeodaria).

Sowohl Ectoplasma als Endoplasma zeichnen sich bei den meisten Protozoen durch besondere Structurverhältnisse und Differenzirungen aus. Das Ectoplasma liefert die Einrichtungen zur Bewegung und Nahrungsaufnahme: Pseudopodien, Cilien, Geisseln, Saugfüsschen, welche zugleich auch als Tastorgane fungiren, Mund- und Afteröffnungen. Es scheidet an seiner Oberfläche häufig eine Zellhaut (Cuticula) aus, welche die Grundlage mannigfaltiger Schalenbildungen werden kann. Das Ectoplasma liefert gewöhnlich auch das Material zu den verschiedenen Skeleten, die in manchen Abtheilungen angetroffen werden. In ihm liegen fast immer die contractilen Vacuolen und die Nesselkapseln, wo solche vorkommen. In einigen Fällen erzeugt es specifisch contractile Theile (Infusorien, Vorticellen).

Im Endoplasma vollzieht sich bei Aufnahme fester Nahrung meistens die Verdauung. In ihm liegen der oder die Kerne. Es zeigt häufig besondere Einschlüsse: nicht contractile Vacuolen, Nahrungsvacuolen, Excretionsprodukte (Krystalle), Fetttropfen, Oeltropfen u. s. w., Gasblasen, Pigmentkörner. Das Endoplasma zeigt mitunter langsame Strömungen (Circulation bei Infusorien).

Bei Heliozoen wird das Protoplasma durch Auftreten zahlreicher nicht contractiler Vacuolen häufig schwammig, alveolär. Bei den Cystoflagellaten finden wir eine centrale Plasmapartie, von der das Protoplasma netzförmig (durch Bildung zahlreicher Vacuolen) an die Oberfläche ausstrahlt. So ähnelt die Anordnung des Plasmas der in der Pflanzenzelle. In den netzförmigen Plasmafäden und Strängen zeigt sich Körnchenbewegung, zwischen ihnen liegt Zellsaft.

Bei vielen echten Flagellaten, die keine feste Nahrung aufnehmen, sondern sich in pflanzlicher Weise ernähren, enthält das Plasma Farb-

körperchen (Chlorophyll oder verwandte Pigmente), Assimilationsorgane, welche Amylum bilden — und Amylumeinschlüsse. Chlorophyll (zum thierischen Körper selbst gehörig und von ihm gebildet) kommt ausserdem noch bei Infusorien und Heliozoen vor.

Daneben giebt es einzellige Algen, welche mit zahlreichen Protozoen in ähnlicher Weise symbiotisch zusammen leben, wie Algen und Pilze bei den Flechten (gelbe Zellen und Pigmentkörper des Phaeodium (?) der Radiolarien, Chlorophyllkörper mancher Infusorien).

II. Einrichtungen zur Bewegung.

Die Bewegung der Amöben (und vieler Moneren) mittels formwechselnder stumpfer Fortsätze wurde schon oben beschrieben. Bei den Rhizopoden, Heliozoen und Radiolarien finden sich lange fadenförmige Fortsätze des Exoplasmas (wo eine solche Differenzirung auftritt), welche vom Körper allseitig ausstrahlen, sogenannte Pseudopodien. Diese Fortsätze dienen indessen mehr zur Nahrungsaufnahme und als hydrostatischer Apparat, denn als Organe der activen Bewegung. Es giebt 2 Haupttypen solcher Pseudopodien: Myxopodien und Axopodien. Die ersteren sind nicht starr, können hervortreten und sich zurückziehen, mit benachbarten netzartig verschmelzen und hauptsächlich bei Rhizopoden durch Zusammenströmen ausserhalb des Körpers, da wo sie Nahrungspartikel antreffen, kleine Ansammlungen bilden. Solche Myxopodien sind charakteristisch für die Rhizopoden und meisten Radiolarien. Die Axopodien, welche bei den Heliozoen und den Acantharien unter den Radiolarien vorkommen, sind dagegen mehr oder weniger starr, nicht zu Netzbildungen und Verschmelzungen geneigt. In ihrer Achse verläuft meist ein festerer Axialfaden, eine Art elastisches Stützorgan (aus organischer Substanz gebildet). Diese Axialfäden dringen mehr oder weniger weit gegen den Mittelpunkt des Körpers vor — bis an die Grenze des Endoplasma (Actinosphaerium) oder bis gegen den Mittelpunkt an den Kern (Actinophrys) oder sie vereinigen sich sogar im Centrum (Acantharia). Alle Pseudopodien zeigen mehr oder weniger rasche Körnchenströmungen.

Bei den Rhizopoden breitet sich das im Innern der Schale eingeschlossene Protoplasma in einer Lage an deren Oberfläche aus, von welcher die Pseudopodien ausstrahlen. Bei den Radiolarien (Fig. 20), bei welchen der Körper von einer dicken, von Vacuolen und Alveolen durchsetzten Gallerthülle (Calymma) umgeben ist, sind die Verhältnisse complicirter. Das extracapsuläre Protoplasma (Exoplasma) bildet zunächst eine der Kapselmembran aussen anliegende Schicht (Sarcomatrix) — ferner ein Netz an der Oberfläche des Calymma (Sarcodictyum). Von letzterem, welches mit der ersteren durch intracalymmare Protoplasmafäden und Stränge verbunden ist, strahlen die extracalymmaren Pseudopodien aus.

Von den Pseudopodien nicht absolut scharf zu trennen sind die Geisseln (Flagella), schwingende Fortsätze des Körper-Exoplasmas (wo es vorkommt), welche bei den Flagellaten und frühen Jugendstadien vieler anderer Protisten an bestimmten Stellen des Körpers in geringer Anzahl (1 oder 2, seltener mehr) vorkommen.

Daneben sind undulirende Membranen bei einzelnen Flagellaten beobachtet.

Die Cilien- oder Flimmerhaare sind charakteristisch für die Infusorien und Jugendformen der Suctorien. Es sind feine, rasch be-

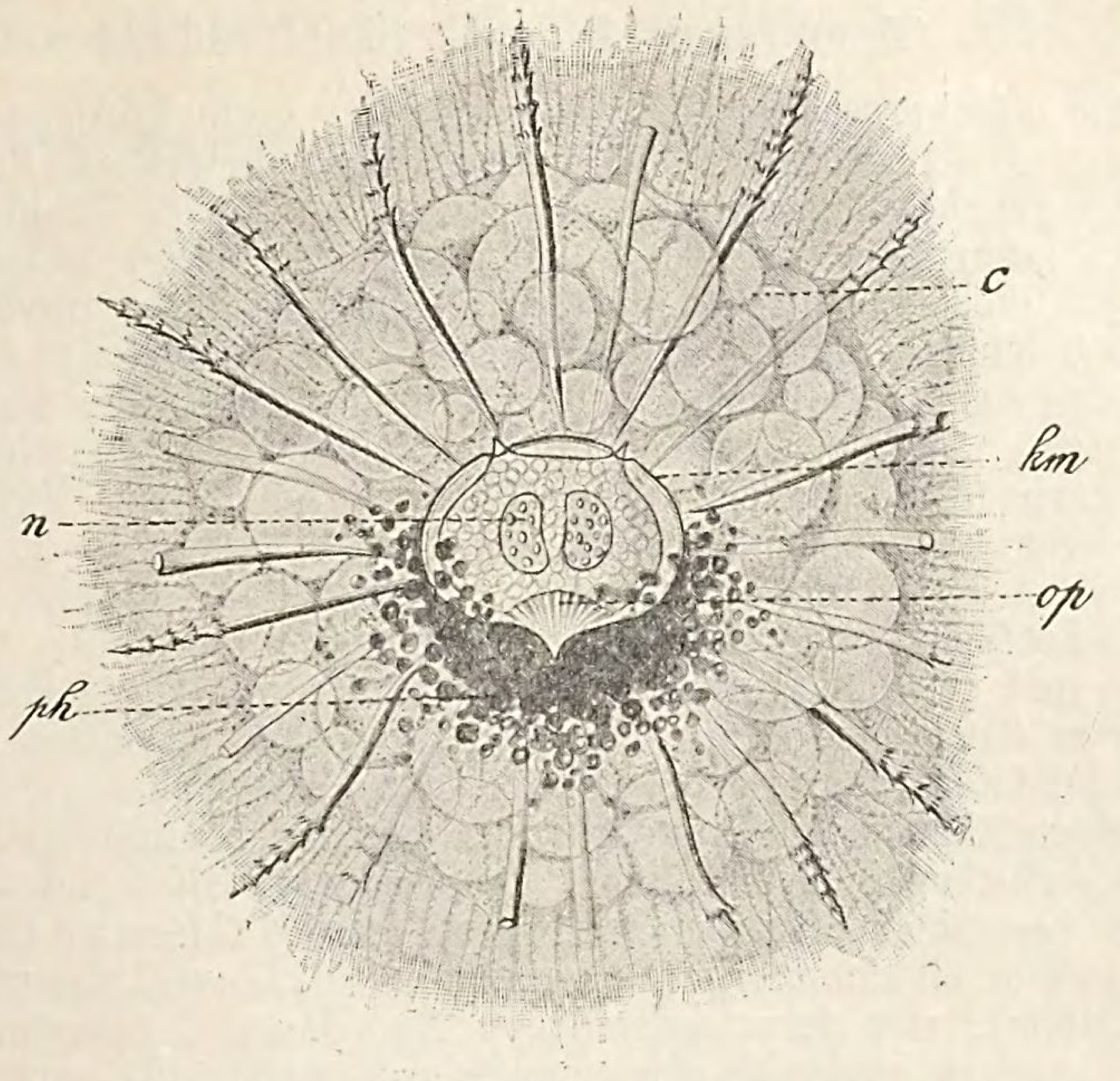


Fig. 20. **Aulactinium actinastrum**, nach HAECKEL. *n* Nucleus, *ph* Phaeodium, *c* Calymma, *km* Kapselmembran, *op* Operculum.

wegliche Härchen, Fortsätze des Ectoplasma, welche in verschiedener, für die einzelnen Abtheilungen charakteristischer Anordnung, entweder am ganzen Körper oder nur an einzelnen Regionen, besonders um den Mund herum zu Spiralen oder Gürteln angeordnet, in verschiedener Länge, Stärke und Form auftreten.

Bei Cystoflagellaten (Noctiluca) findet sich ausser der gewöhnlichen Geissel am Grunde der Mundöffnung inserirt eine grosse, träge Bewegungen ausführende Bandgeissel, ein Auswuchs des Körperplasmas mit complicirter Structur. (Fig. 11, Seite 8 *bg*).

Bei den Gregarinen fehlen besondere Bewegungsorgane; das Ectoplasma erscheint hier besonders contractil, ähnlich wie bei Infusorien, wo das Ectoplasma häufig in parallel verlaufende contractile und nicht contractile Streifen (Furchen und Rippen) differenzirt ist. Eine Differenzirung des Ectoplasmas ist ferner der bei der Contraction sich spiralig aufrollende sogenannte Stielmuskel der Vorticellen (Fig. 16 Seite 10). Hierher gehören auch die Myophrisken der Acanthometriden, Fäden, die sich plötzlich, doch nicht mehrmals nach einander, contrahiren können und welche in Kreisen auf dem Sarcodictyum je um eine radiale Skeletnadel herumstehen. Man glaubt, dass sie hydrostatische Funktionen ausüben.

Bei den Suctorien finden sich veränderliche meist geknöpfte, als Saugröhrchen wirkende Fortsätze des Körpers, welche sich am nächsten den Pseudopodien anschliessen. Der Körperinhalt der angebohrten Infusorien oder Algen fliesst durch die Saugröhrchen in den Körper der Acineten hinüber.

III. Membranen, Schalen, Skeletbildungen.

Diese sind ausserordentlich mannigfaltig. Viele Protisten, Amöben, Flagellaten sind nackt. In einfachen Fällen scheidet das Protoplasma an der Oberfläche eine chitinige Membran aus (z. B. Gromia), die aus Plättchen zusammengesetzt sein kann (Arcella). Hier und da werden fremde Partikelchen durch ein vom Körper geliefertes Bindemittel zu einer Art Gehäuse vereinigt (z. B. Difflugia). Eine feine Cuticula findet sich bei den meisten Infusorien, sie kann in einzelnen Fällen zu Schalen und Panzern erhärten. Eine Cuticula (Zellhaut) findet sich ferner bei den Gregarinen und manchen Flagellaten, wo sie, wenn sie fester wird und sich vom Protoplasma abhebt, zu einer Schale werden kann. Complicirt ist der Bau der Schale der Dinoflagellata, die nur hier aus Cellulose (dem Stoffe der Pflanzenzellmembran) besteht. Gallerthüllen sind ebenfalls verbreitet; sie kommen vor bei Heliozoen, allen Radiolarien (Calymma) und manchen Infusorien, besonders festsitzenden. Bei letztern sind sie oft mit fremden Partikelchen verklebt. Bei den marinen Rhizopoden entstehen durch secundäre Imprägnation einer anfänglich chitinigen Membran mit kohlensaurem Kalk und durch Auflagerung von solchem mannigfach gestaltete Kalkschalen. Diese sind entweder einkammerig (Monothalamia) oder werden vielkammerig (Polythalamia), mit verschiedenartiger Anordnung der Kammern. Die Schalen besitzen entweder eine einzige grosse Oeffnung zum Durchtritt des Protoplasma (Imperforata) oder sie sind von zahlreichen feinen Poren durchbohrt (Perforata).

Bei Heliozoen kommen durch Verkieselung einer organischen Grundsubstanz Skeletstücke zu Stande, welche gewöhnlich lose der Oberfläche des Weichkörpers aufgelagert sind. Bei Clathrulina bildet sich indessen eine kuglige, von zahlreichen Löchern durchbohrte Kieselschale.

Eine wunderbare Formenmannigfaltigkeit zeigen die Skeletbildungen der Radiolarien, die nur äusserst selten fehlen. Sie bestehen aus Gitterkugeln, von denen oft mehrere in einander geschachtelt und durch Stäbe verbunden sind oder aus radialen, gesetzmässig angeordneten Stäben, oder aus zweiklappigen Schalen u. s. w. u. s. w. Zwei durchaus verschiedene Skeletarten sind auseinanderzuhalten. Die einen bestehen aus Kieselsäure und dringen nie in die Centralkapsel ein — die andern (Acantharien) bestehen aus einer dem Chitin verwandten organischen Substanz (Acanthin) und sind immer centrogen, d. h. sie strahlen vom Mittelpunkt der Centralkapsel aus.

Bei der einen Hauptgruppe der Gregarinen (Polycystiden) wird der gestreckte Körper durch eine Scheidewand in einen vordern (Protomerit) und einen hintern Abschnitt (Deutomerit) getrennt. Vom Protomerit kann sich selbst wieder durch eine Scheidewand ein vorderer, vergänglicher mit Haken etc. bewaffneter, zum Anheften dienender Abschnitt (Epimerit) abgliedern. Die Scheidewände sind, ähnlich wie die Zellhaut selbst, ein Produkt des Ectoplasma.

Den bisher erwähnten Hüll- und Skeletbildungen sind gegenüberzustellen die Cysten oder Kapseln. Ihre Bildung (Einkapselung, Encystirung) erfolgt bei den verschiedensten Protozoen zum Schutze gegen Eintrocknen, gegen Fäulniss, nach reichlicher Nahrungsaufnahme behufs ungestörter Verdauung, bei der Ueberwinterung etc. — sehr häufig

vollzieht sich die Fortpflanzung (durch Theilung, Knospung, Sporenbildung) nach vorangehender Bildung und unter dem Schutze einer Cyste.

IV. Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme.

Die Organe der Bewegung (amöboide Fortsätze, Pseudopodien, Saugfüsschen, Geisseln, Cilien etc.) dienen meist auch zum Erfassen, Einsaugen oder Herbeistrudeln der Nahrung. Bestimmte Stellen zur Aufnahme der Nahrung existiren bei den Moneren, Sarcodinen, Gregarinen, Suctorien und denjenigen Flagellaten, die sich in pflanzlicher Weise ernähren, nicht. Bei den übrigen Flagellaten und bei den Infusorien findet sich an einer bestimmten Stelle des Körpers (bei den Flagellaten an der Basis der Hauptgeissel) eine Einsenkung des Ectoplasma (Mund und Schlund), durch welche feste Nahrung in das Endoplasma befördert wird. Bei den Infusorien steht der Mund in naher Beziehung zu besonders (zu Kreisen, Spiralen etc.) angeordneten Wimpern, welche die Nahrungspartikelchen in ihn hineinstrudeln. Es kann auch nur eine bestimmte Stelle des Körpers vorübergehend als Mund fungiren. Dieser ist dann nur im Momente der Nahrungsaufnahme wahrnehmbar. Auch eine Afteröffnung oder Afterstelle kann zum Zwecke der Entleerung unverdauter Nahrungsreste bei den erwähnten Protozoen vorkommen.

V. Einrichtungen zur Excretion.

Als Einrichtungen zur Excretion, d. h. zur Entfernung aus dem Körper von unnütz gewordenen Produkten des Stoffwechsels werden die sogenannten contractilen Vacuolen mit zweifelhaftem Rechte betrachtet. Sie finden sich bei den meisten Amöben, Heliozoen, Flagellaten (exclusive Cystoflagellaten) und Infusorien, fehlen den Rhizopoden, Radiolarien, Gregarinen und Cystoflagellaten. Ihre Zahl ist sehr verschieden. Wo eine einzige vorkommt, ist ihre Lage gewöhnlich eine bestimmte. Ein scharfer Unterschied zwischen contractilen und nicht contractilen Vacuolen existirt nicht. Die ersteren sind wandungslose, mit Flüssigkeit gefüllte Vacuolen, die, wo eine Differenzirung des Protoplasmas in Ecto- und Endoplasma existirt, gewöhnlich im ersteren liegen. Sie vergrössern sich langsam und ziehen sich nachher rascher, oft plötzlich zusammen. Vor und während der Contraction rücken sie an die Oberfläche und entleeren ihren Inhalt durch eine nur im Momente der Evacuation sichtbare Oeffnung nach aussen. Sie entstehen von neuem als ein kleines Tröpfchen oder als mehrere später zusammenfliessende Tröpfchen. Vielleicht dienen sie auch zur Unterhaltung eines Wasserwechsels (Entleerung des durch den Mund aufgenommenen Wassers) und damit zur Respiration.

VI. Trichocysten.

Kleine Bläschen mit vorschnellbaren Fäden, ähnlich den Nesselkapseln der Coelenteraten, kommen im Ectoplasma einiger Infusorien und einer Flagellate vor.

VII. Stigmata (rothe Augenflecke)

finden sich, gewöhnlich in der Einzahl, bei vielen gefärbten Flagellaten. Dass sie lichtempfindende Organe sind, erscheint höchst problematisch.

VIII. Kerne

scheinen bei den Moneren zu fehlen. Bei allen übrigen kommen sie entweder in der Einzahl (viele Amöben, manche Heliozoen, alle Gregarinen, die meisten Flagellaten und Infusorien) oder in der Mehrzahl vor. Sie liegen im Endoplasma, bei den Radiolarien in der Centralkapsel, bei den Gregarinen im Deutomerit, und sind entweder bläschenförmig (mit Membran, Kernsaft und einem oder mehreren Kernkörperchen; hie und da ist eine Art Kerngerüst beobachtet) oder homogen. Ihre Gestalt ist sehr verschieden. Complicirt sind die Kernverhältnisse bei den meisten Infusorien; hier findet sich ein Kern und, ihm mehr oder weniger dicht anliegend, ein Neben- oder Ersatzkern (früher fälschlich als Nucleolus bezeichnet). Der Kern degenerirt (und zerfällt oft) während und nach der Copulation, wird häufig wenigstens zum Theil ausgestossen, ein Vorgang, der mit der Ausstossung der Richtungskörperchen bei den reifenden Eiern der Metazoen verglichen wurde. Der neue Kern bildet sich aus Theilen des Ersatzkernes mit oder ohne Beihülfe von Theilstücken des alten Kerns.

Die Theilung des Kerns ist entweder (in den meisten Fällen) eine direkte (Einschnürung, hantelförmiges Stadium, Trennung der Hälften) oder sie verläuft ähnlich wie bei der später zu schildernden indirekten Kerntheilung der Metazoen.

IX. Fortpflanzung.

Die Fortpflanzungserscheinungen der Protozoen verdienen eingehendere Berücksichtigung, da wir innerhalb dieser Abtheilung eine ziemlich vollständige Reihe von Uebergängen zwischen der einfachsten Fortpflanzung durch Zweitheilung bis zu der geschlechtlichen Fortpflanzung kennen.

Fortpflanzung durch einfache Zweitheilung (Quer-, Längs-, Schieftheilung) kommt bei fast allen Abtheilungen der Protozoen vor. Sie ist hauptsächlich charakteristisch für die Moneren, viele Rhizopoden viele Flagellaten und für alle Infusorien. Nur bei den Gregarinen ist sie nicht beobachtet.

Von ihr unterscheidet sich die Fortpflanzung durch Knospung oder Sprossung im einfachsten Falle dadurch, dass das eine Theilstück (Knospe) kleiner ist, als das andere (Mutterthier). Die geringe Grösse der Knospe bedingt dann in den meisten Fällen die Möglichkeit der Bildung zahlreicher Knospen an der Oberfläche des Mutterthieres.

Diese Art der Fortpflanzung findet sich bei Rhizopoden, Heliozoen, Radiolarien, einzelnen Gregarinen, Noctiluca und den Suctoria oft zusammen mit der Fortpflanzung durch Theilung.

Bei vielen Formen geht wahrscheinlich der Fortpflanzung durch Theilung und Knospung eine Conjugation (vorübergehende Verbindung oder Verschmelzung) oder Copulation (dauernde Verschmelzung) zweier Individuen voraus.

Bei vielen Protozoen der verschiedensten Abtheilungen trennen sich die durch Theilung oder Knospung entstehenden Individuen nicht vollständig von einander, sondern bleiben mehr oder weniger innig mit einander vereinigt und bilden so Colonien einzelliger Organismen. Diese Colonien sind von der grössten Bedeutung, indem sie eine niedere Stufe der Zellcolonien der Metazoen darstellen und (siehe unten)

sich in manchen Fällen in einer Weise fortpflanzen, die sehr stark an die geschlechtliche Fortpflanzung der Metazoen und Pflanzen erinnert.

Als Beispiele der Fortpflanzung durch Knospung wählen wir Noctiluca, wo sie neben der Fortpflanzung durch einfache Zweitheilung, wahrscheinlich nach vorausgegangener Copulation zweier Noctilucenindividuen, vorkommt. Der Vorgang ist kurz und schematisch dargestellt folgender. Die Knospung zeigt sich nur bei Individuen, welche, wie nach Verlauf der Copulation, die Bewegungsorgane und die Mundöffnung verloren haben und eine einfache kuglige Blase darstellen, an deren Wand noch an der ursprünglichen Stelle die Hauptansammlung des Plasmas (Centralplasma) mit dem Kern sich befindet. Das Centralplasma wölbt sich hier etwas vor, dann theilt sich der Kern durch eine Art indirekter Theilung und zugleich sondert sich das Centralplasma in 2 Hügel. Die Theilung des Plasmas ist, wie auch auf den folgenden Stadien, nur eine oberflächliche, indem seine tiefere Partie ungetheilt bleibt. Durch fortgesetzte Theilung entstehen 4, 8, 16, 32, 64 u. s. w. Kerne, bis zu 512 und ebenso viele oberflächliche Protoplasmahügel. Dann grenzt sich jeder Protoplasmahügel mit seinem Kern auch in der Tiefe von den benachbarten ab und bildet eine gesonderte Knospe, an der sich bald eine Geissel und ein eigenthümlicher Fortsatz entwickelt und die sich als Schwärmspore (Fig. 11, Seite 8 *b*, *c*) vom Mutterthiere loslöst. Die weitere Entwicklung dieser Schwärmer zu jungen Noctilucen ist noch nicht verfolgt. Der ganze Vorgang der Knospenbildung zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit der discoidalen Furchung der meroblastischen Eier von Metazoen, von der wir später sprechen werden.

Sehr verbreitet bei den Protozoen ist die Fortpflanzung durch fortgesetzte Theilung und Sporenbildung. In letzterem Falle zerfällt der ganze Körper oder der grösste Theil desselben simultan in eine meist sehr grosse Anzahl von kernhaltigen Stücken, Sporen. Diese beiden Fortpflanzungsarten vollziehen sich meistens an ruhenden, encystirten Individuen und häufig nach vorhergehender Copulation oder Conjugation der Individuen, so vornehmlich bei Gregarinen und Flagellaten. Sie können mit der gewöhnlichen Fortpflanzung durch Theilung zusammen vorkommen. Die Sporen sind meist freibeweglich, bisweilen amöboid, häufig (Flagellaten, Radiolarien, einige Heliozoen und Rhizopoden) als Schwärmsporen mit einer oder wenigen Geisseln ausgestattet. Bisweilen (Gregarinen) vermehren sich die Sporen selbst wieder durch Theilung und erst die so entstandenen Theilstücke werden wieder zu erwachsenen Thieren.

Fortpflanzung bei coloniebildenden Protozoen.

Freischwimmende oder festsitzende Colonien kommen durch unvollständige Theilung und Knospung zu Stande. Bei coloniebildenden Radiolarien (den Polycyttarien aus der Abtheilung der Spumellarien) können getrennte Colonien mit einander verschmelzen; Colonien können sich durch Theilung vermehren.

Die gewöhnliche Fortpflanzungsweise der coloniebildenden Flagellaten und Radiolarien ist die Bildung von mit Geisseln ausgestatteten Schwärmsporen, die entweder durch simultane oder — häufiger — successive Theilung des Körpers in zahlreiche Theilstücke erfolgt.

Bei den Radiolarien betheiligt sich ausschliesslich der Inhalt der Centralkapsel an der Sporenbildung, welche durch frühzeitige oder späte Theilungen des anfänglich einfachen Kernes eingeleitet wird.

Jede Schwärmspore wird bei den nicht coloniebildenden Formen zu einem Radiolar. Bei den coloniebildenden Formen aber werden zweierlei Sporen abwechselnd gebildet: 1. Isosporen, entsprechend den gewöhnlichen Sporen der übrigen Radiolarien, und 2. Anisosporen, deren es selbst wieder 2 Arten giebt, kleinere Microsporen und grössere Macrosporen. Die Isosporen entwickeln sich direkt zu einem jungen Radiolar, die Anisosporen aber höchst wahrscheinlich erst nach erfolgter Copulation einer Micro- mit einer Macrospore. Aus dem jungen Radiolar geht dann durch fortgesetzte Zweitheilung oder Knospung (Bildung sogenannter extracapsulärer Körper) eine Colonie hervor. Die Macro- und Microsporen werden entweder in einem und demselben oder in verschiedenen Individuen einer Colonie gebildet. Wir haben hier wahrscheinlich einen regelmässigen Wechsel von Generationen vor uns, von denen sich die eine durch Isosporen, die andere durch copulirende Anisosporen fortpflanzt.

Höchst wichtig und interessant sind die Fortpflanzungsverhältnisse der coloniebildenden Flagellaten. Im einfachsten Falle zerfällt jedes Individuum einer Colonie durch successive Theilung in eine bestimmte Anzahl von Theilstücken, die mit einander vereinigt bleiben und sich als Tochtercolonie von der Muttercolonie loslösen. In andern Fällen (Pandorina) entsteht nach einer Reihe sich in dieser Weise fortpflanzender Generationen eine Generation, deren Individuen sich zwar auch theilen. Die Theilstücke (Gameten) bleiben aber nicht mit einander vereinigt, sondern trennen sich. Je 2 Gameten, häufig von etwas verschiedener Grösse, copuliren mit einander. Das Copulationsprodukt (Zygote) wird nach einem ruhenden Dauerzustande durch fortgesetzte, unvollständige Theilung wieder zu einer Colonie. Die Fortpflanzung von Eudorina unterscheidet sich von der von Pandorina dadurch, dass 2 scharf unterschiedene Arten von Gameten, männliche und weibliche, gebildet werden. Die sie erzeugende, auf eine Reihe sich in gewöhnlicher, ungeschlechtlicher Weise fortpflanzender Generationen folgende geschlechtliche Generation ist entweder männlich oder weiblich. Bei der weiblichen Colonie zeichnen sich die einzelnen Individuen (ovoide Gameten) durch besondere Grösse aus; bei der männlichen theilen sich die Individuen in Haufen (Platten) von 32—64 spermoiden Gameten, von denen jede 2 Geisseln erhält. Die Platten lösen sich als freischwimmende Gebilde ab. Wenn eine solche Platte auf eine weibliche Colonie stösst, so bleibt sie an ihr haften, und löst sich in die einzelnen männlichen Gameten auf, die mit den weiblichen Gameten copuliren. An Eudorina schliesst sich — in der Fortpflanzungsweise fast direkt zu den höhern Pflanzen und Thieren hinüberführend — Volvox an. Die Colonie (Fig. 21) erscheint hier insofern auf einer höhern Stufe der Ausbildung, als eine Arbeitstheilung der verschiedenen Individuen eingetreten ist. Nur einzelne Individuen sind fortpflanzungsfähig, bei den ungeschlechtlichen Generationen die Parthenogonidien (aus jeder Parthenogonidie geht durch fortgesetzte unvollständige Theilung eine Colonie hervor, die sich von der Muttercolonie loslöst), bei der geschlechtlichen Generation die Gameten. Männliche und weibliche Gameten werden im Gegensatz zu Eudorina in einem und demselben Individuum erzeugt. Die weiblichen Gameten sind einfache, sich durch stärkeres Wachsthum auszeichnende Individuen (Zellen) der Colonie. Haufen männlicher Gameten hingegen entstehen durch successive Theilung aus bestimmten Individuen (Zellen) der

Colonie. (Aus einer solchen Mutterzelle können bis 128 männliche Gameten hervorgehen.) Die männlichen Gameten lösen sich los, bewegen sich vermittelst ihrer Geisseln und copuliren mit den weiblichen Gameten. Aus der ruhenden Zygote geht dann durch successive Theilung (2, 4, 8, 16 u. s. w.) eine Colonie (junger Volvox) hervor.

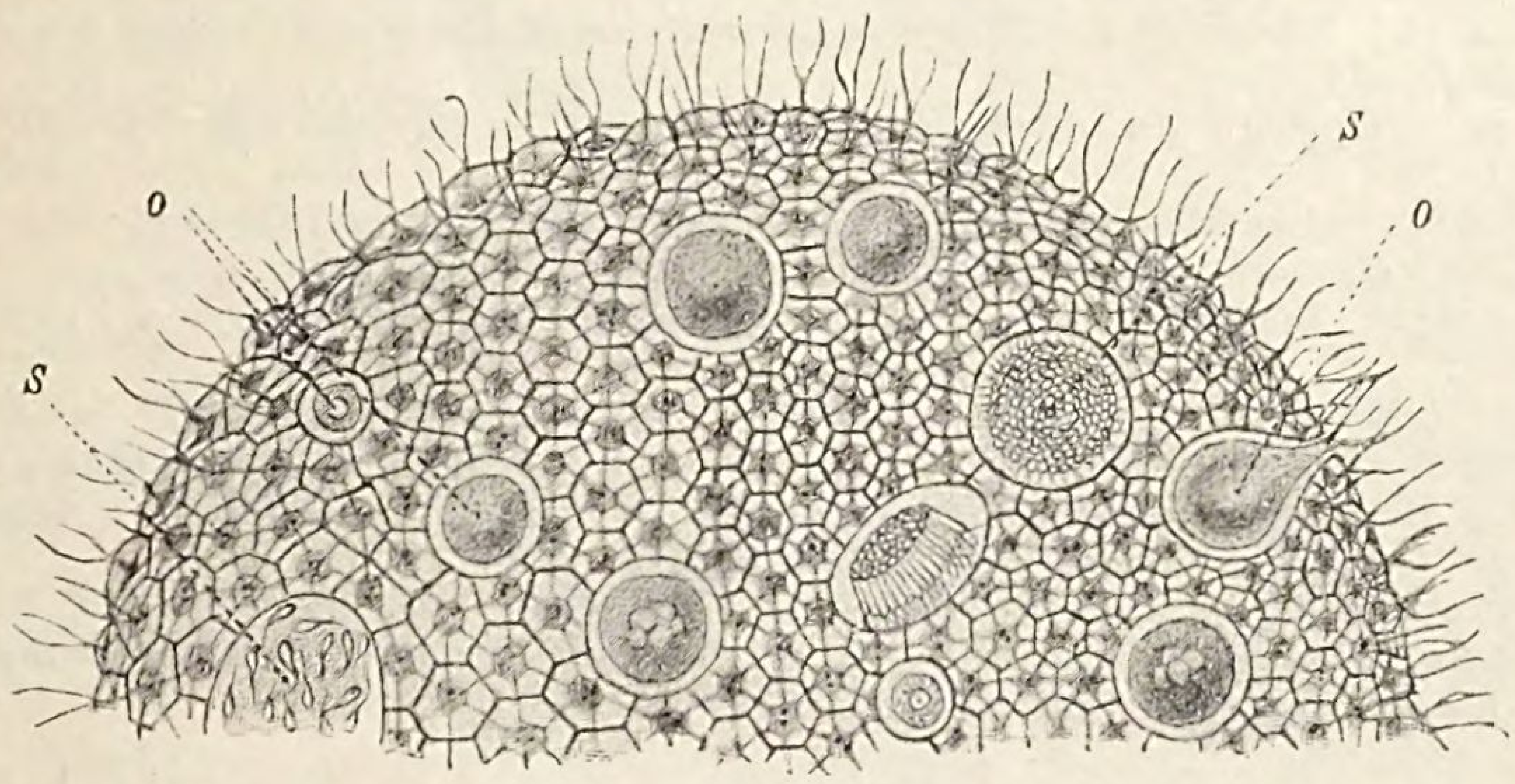


Fig. 21. **Volvox globator**, geschlechtliche, hermaphroditische Colonie, nach CIENKOVSKY und BÜTSCHLI combinirt und etwas schematisirt. *S* männliche Gameten (Spermatozoen), *O* weibliche Gameten (Eier).

Wir haben hier einen ächten Generationswechsel vor uns, indem ungeschlechtlich sich fortpflanzende Generationen mit einer geschlechtlich sich vermehrenden abwechseln. Die geschlechtliche Fortpflanzung entspricht derjenigen der Metazoen und höheren Pflanzen. Der hermaphroditische Volvox (Flagellatencolonie) entspricht einem sehr einfachen hermaphroditischen Metazoen. Die weiblichen Gameten entsprechen den Eiern, die männlichen den Spermatozoen, die Copulation der weiblichen mit den männlichen Gameten stellt eine einfache Art der Befruchtung des Eies durch das Spermatozoon dar. Die Zygote entspricht dem befruchteten Ei. Die Bildung einer neuen Volvoxcolonie durch successive Zweitheilung der Zygote entspricht der successiven Theilung der Eizelle, die man bei den Metazoen als Furchung bezeichnet.

Auch bei coloniebildenden Infusorien ist Copulation kleinerer und grösserer Individuen beobachtet worden. (Fig. 16, Seite 10, c.)

Uebersicht der wichtigsten Litteratur.

Allgemeine Werke über Zoologie, vergleichende Anatomie und Ontogenie u. s. w.

G. Cuvier. *Leçons d'anatomie comparée, publiées par Duméril et Duvernoy.* 5 *vol. Paris* 1799—1805. — *Deutsch: Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Uebersetzt von Froriep und Meckel.* 4 *Bände. Leipzig* 1809—1810. — *Id. Seconde édition.* 8 *vol. Paris* 1835—46.

J. F. Meckel. *System der vergleichenden Anatomie.* 6 *Bände. Halle* 1821—1833.

C. E. von Bär. *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere.* 2 *Bände. Königsberg* 1828 *bis* 1837.

J. Müller. *Handbuch der Physiologie des Menschen.* 2 *Bde.* 4. *Aufl. Coblenz* 1844.

R. Leuckart. *Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig* 1848.

v. Siebold *u.* **Stannius**. *Handbuch der Zootomie. Berlin* 1854. (*Wirbelthiere incomplet.*)
F. Leydig. *Vom Baue des thierischen Körpers. I. Band.* 1. *Hälfte. Tübingen* 1864. (*Mit Atlas.*)
Derselbe. Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857.
C. Vogt. *Zoologische Briefe.* 2 *Bände.* 1859.
E. Haeckel. *Generelle Morphologie der Organismen.* 2 *Bde. Berlin* 1866.
Derselbe. Natürliche Schöpfungsgeschichte. Leipzig 1875.
Derselbe. Anthropogenie. Leipzig 1876.
T. H. Huxley. *Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere. Uebersetzt von Spengel. Leipzig* 1878.
Derselbe. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Uebersetzt von Ratzel. Breslau 1873.
C. Gegenbaur. *Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig* 1870.
Derselbe. Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1878.
F. M. Balfour. *Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebersetzt von Vetter. Jena* 1881.
C. Claus. *Lehrbuch der Zoologie.* 3. *Auflage. Marburg u. Leipzig* 1885.
H. Ludwig. *J. Leunis Synopsis der Thierkunde.* 2 *Bände. Hannover* 1883—1886.
C. Vogt *u.* **E. Jung**. *Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie.* 1 *Band.* 1888.
V. Carus. *Geschichte der Zoologie. München* 1872.
Ch. Darwin's *gesammelte Werke. Uebersetzt von Carus.*
Milne Edwards. *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.*
Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thierreichs u. s. w. u. s. w.*

Protozoen.

E. Haeckel. *Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig* 1870.
M. Schulze. *Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig* 1854.
E. Haeckel. *Die Radiolarien. Eine Monographie. Bd. I. II u. III. Berlin* 1862. 1887. 1888.
R. Hertwig. *Der Organismus der Radiolarien. Jena* 1879.
Ch. G. Ehrenberg. *Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig* 1838.
Claparède *et* **Lachmann**. *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève* 1858. 1859.
Fr. Stein. *Der Organismus der Infusionsthiere. I—III. Leipzig* 1859. 1867. 1879.
O. Bütschli. *Ueber die Conjugation der Infusorien, in: Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge etc. Frankfurt* 1876.
Saville Kent. *A manual of the Infusoria. London* 1880—1882.
Dujardin. *Histoire naturelle des Infusoires, in: Suites à Buffon. Paris* 1841.
Carpenter. *Introduction to the study of the Foraminifera. London Ray Soc.* 1862.
J. Müller. *Ueber die Thalassicolen, Polycystinen und Acanthometren. Abhandl. der Berliner Akademie* 1858.
O. Bütschli. *Protozoen, neu bearbeitet, in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. I. Band. Leipzig* 1880. *Noch nicht vollendet.*
K. Brandt. *Die koloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoëen) des Golfes von Neapel. Berlin* 1885.
E. Haeckel. *Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger. London* 1887.
Balbiani. *Verschiedene Abhandlungen im: Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, I—IV.*
Verschiedene wichtige Abhandlungen von Haeckel, Hertwig, Schneider, Engelmann, Maupas, F. E. Schulze, Greeff, Bergh, Czienkovsky, Jikeli etc.

Eizelle, Samenzelle, Befruchtung, geschlechtliche Fortpflanzung der Metazoen.

Während die Protozoen entweder einfache Zellen oder Colonieen gleichartiger Zellen sind, erscheinen alle übrigen Thiere oder Metazoen als complicirtere Verbände, bei denen die einzelnen Zellen nicht mehr alle gleichartig sind, sondern dadurch, dass zwischen ihnen Arbeitstheilung eingetreten ist, dass eine jede Zelle oder eine Gruppe bestimmter Zellen innerhalb des Gesammtverbandes nur einer ganz bestimmten Verrichtung im Lebensprocesse obliegt, auch in ihrem Bau diesen Verrichtungen entsprechend mehr oder weniger verschieden-

artig gebaut sind. (Polymorphismus der Zellen einer Metazoen-Zellcolonie.) Wie wunderbar complicirt ein solcher „Zellenstaat" auch bei den Metazoen sein mag, immer geht er (mit Ausnahme der ungeschlechtlichen Fortpflanzung) bei seiner Entwicklung durch fortgesetzte Zelltheilung aus einer einzigen Zelle, dem befruchteten Ei, hervor. Dieses ist das Produkt der Verschmelzung einer weiblichen Fortpflanzungszelle mit einer männlichen Fortpflanzungszelle, d. h. das Resultat der Befruchtung. Die Fortpflanzung durch solche geschlechtlich differenzirte Fortpflanzungszellen wird als geschlechtliche Fortpflanzung bezeichnet. Sie kommt bei allen Metazoenarten (mit wenigen, nicht ganz sicher gestellten Ausnahmen) wenigstens zeitweise vor und bildet mit ein wesentliches Merkmal, durch welches sich die Metazoen vor den Protozoen auszeichnen. Freilich fanden wir schon bei letztern Anfänge der geschlechtlichen Fortpflanzung. Wie innerhalb der Protozoen eine Reihe von Erscheinungen zu der geschlechtlichen Fortpflanzung der Volvoxcolonien hinführen, so schliesst sich die letztere unmittelbar an die einfachste Art der geschlechtlichen Fortpflanzung der Metazoen an.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung sind zwei Dinge auseinanderzuhalten. 1. Die bei derselben stattfindende Verschmelzung zweier Zellen, eine Erscheinung, welche in den Copulations- und Conjugationsvorgängen der Protozoen ihr Analogon hat. Ursprung und Bedeutung dieser Erscheinungen ist nicht sicher ermittelt. Viele Forscher suchen sie in einer Kräftigung des Verschmelzungsproduktes, d. h. des jungen neuen Individuums.

2. Die verschiedene Gestalt oder der geschlechtliche Dimorphismus der verschmelzenden Fortpflanzungszellen. Dieser wird durch das Princip der Arbeitstheilung erklärt. Die Fortpflanzungszellen haben eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. 1. Eine solche Zelle muss mit einer andern verschmelzen (Befruchtung); und 2. nach der Verschmelzung einen dem älterlichen ähnlichen neuen Organismus bilden. Zur Sicherung der ersten Aufgabe ist freie Beweglichkeit nützlich (damit sich die Fortpflanzungszellen aufsuchen und treffen können); und ferner unter Umständen Resistenzfähigkeit gegen äussere Einflüsse. Um die zweite Aufgabe zu erfüllen, müssen die Zellen eine beträchtliche Grösse haben und womöglich Nährmaterial enthalten, das bei der Entwicklung verbraucht werden kann. Beide Zwecke können nicht ohne Schaden für jeden von ihnen von den Fortpflanzungszellen erreicht werden. Es ist Arbeitstheilung eingetreten. Die einen erfüllen die erste Aufgabe, sie sind sehr beweglich, resistent und ausserdem sehr klein (die kleinsten Zellen des Organismus). Ihre Kleinheit bietet ausserdem den Vortheil, dass sie in grosser Anzahl erzeugt werden und leicht in die zweite Art von Fortpflanzungszellen eindringen können. Man nennt sie männliche Fortpflanzungszellen, Samenzellen, Samenfäden oder Spermatozoen.

Die andern erfüllen die zweite Aufgabe. Sie sind gross und häufig mit viel Reservenahrung erfüllt (die grössten Zellen des Organismus). Sie ersetzen die freie Beweglichkeit durch Grösse und Masse. Man nennt sie weibliche Fortpflanzungsprodukte oder Eizellen.

Männliche und weibliche Fortpflanzungsprodukte werden entweder in einem und demselben Metazoenindividuum (Zellenstaat) gebildet (Hermaphroditismus) oder in 2 verschiedenen Individuen, Männchen und Weibchen (Gonochorismus, Trennung der Geschlechter). Letzteres erscheint bei den Metazoen im Allgemeinen als die Regel,

ersteres als die Ausnahme. Die Ursachen, welche eine Trennung der Geschlechter bedingten, sind höchst wahrscheinlich ganz ähnliche wie die, welche die Befruchtung im Thierreich herbeiführten. Bedenkt man, dass auch bei hermaphroditischen Thieren doch häufig eine gegenseitige Begattung zweier Individuen stattfindet, oder dass Einrichtungen vorkommen, welche eine Befruchtung der Eier eines Thieres durch die Spermatozoen desselben Individuums (Selbstbefruchtung) verhindern, so gewinnt die neuerdings vielfach ausgesprochene Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass alle Metazoen ursprünglich getrennt geschlechtlich waren und dass der Hermaphroditismus aus dem männlichen oder weiblichen Zustand secundär hervorgegangen ist.

Der Nutzen der Fremdbefruchtung setzt den Nutzen einer geschlechtlichen Differenzirung der Fortpflanzungszellen in frei bewegliche Spermatozoen und in massige Eier in erneutes Licht. Zur weitern Sicherung der Fremdbefruchtung tritt bei sehr vielen Metazoen die Begattung ein. Es finden sich bei diesen Thieren besondere Begattungsorgane, vermittelst deren die Spermatozoen aus dem Körper der Männchen in den Geschlechtsapparat der Weibchen und somit in die Nähe der Eier gebracht werden.

Das thierische Ei.

Das reife, befruchtungsfähige **Ei** ist überall im Thierreich eine einfache Zelle und zeigt den typischen Bau einer solchen. Es besteht aus dem Protoplasma, das beim Ei als Dotter bezeichnet wird, und aus dem Kern, das beim unbefruchteten Ei den Namen eines Keimbläschens erhalten hat. Das Ei ist entweder nackt oder von einer oder mehreren Membranen und Hüllen umgeben. Diese sind ihrer Entstehung nach von sehr verschiedener Natur. Sie werden entweder von der Eizelle selbst ausgeschieden und entsprechen dann als eigentliche primäre Dotter- oder Eihäute den Membranen der gewöhnlichen Zellen, oder sie werden in verschiedener Weise von den umgebenden Geweben des mütterlichen Körpers geliefert und von aussen um das Ei herumgelegt. In diesem Falle kann man sie als secundäre oder accessorische Eihüllen bezeichnen. — Die Eier entstehen in besonderen Organen des Metazoenkörpers, die als Ovarien oder Eierstöcke bezeichnet werden. Diese sind im einfachsten Falle Haufen von Zellen, von denen eine oder mehrere durch stärkeres Wachsthum zu Eizellen werden.

Die Vorgänge der Bildung, des Wachsthums und der Reifung der Eier sind im Thierreich ebenso verschiedenartig, als der Bau der Ovarien selbst. Es ist vor allem die Nothwendigkeit einer reichlichen **Ernährung** der Eier, welche die mannigfaltigsten Modifikationen bedingt. Die erste Bildungsstätte der Eier ist entweder eine Protoplasmamasse mit eingestreuten Kernen, oder eine Ansammlung gleichartiger von einander deutlich abgegrenzter, kleiner Zellen. Im erstern Falle vermehren sich die Kerne, im letztern die Zellen durch Theilung. Nachdem diese Vermehrung eine Zeit lang gedauert, grenzt sich im erstern Falle das Protoplasma um die Kerne ab und es entstehen also auch hier selbständige Zellen. Alle diese Zellen sind junge Eikeime und befähigt, durch Wachsthum und Reifung zu Eiern zu werden. Doch nur in den seltensten Fällen werden wirklich alle Zellen zu Eiern; fast immer erhält eine grosse Anzahl von Keimzellen eine andere Bestimmung. Zur Ernährung der Eier dienen im Allgemeinen folgende

Einrichtungen: Bei den Thieren ohne Blutgefässsystem und Leibeshöhle liegen die Ovarien an der Wand des Darmes oder eines von diesem ausgehenden Gastrovascularsystems (Coelenteraten, Plathelminthen). Bei vielen Thieren entwickeln sich die Eier an der Wand der Leibeshöhle, ernährt durch die Leibesflüssigkeit, in die sie oft früher oder später gelangen und in ihr suspendirt heranreifen (viele höhere Würmer). Bei der grossen Mehrzahl der höhern Thiere wird für die Ernährung der Eier durch eine reiche Versorgung der Eierstöcke mit Blutgefässen gesorgt. — In den Fällen, wo nur ein Theil der Eikeime sich zu Eiern entwickelt, dienen die übrigen ihnen sehr häufig zur Nahrung oder stehen im Dienste ihrer Ernährung. Amöboid bewegliche Eizellen können die benachbarten Eikeime nach Art von Amöben fressen, oder es speichern die umgebenden Eikeime selbst Nahrung auf, die sie dann an die wachsende Eizelle abgeben, indem sie entweder ihren Inhalt in die Eizelle entleeren (Cephalopoden) oder diese durch Transfusion ernähren (Follikelbildungen). Bei Insekten können sich abwechselnd aus Eikeimen in den Eiröhren Nährzellen und Eizellen entwickeln. Am complicirtesten ist das Verhalten bei den meisten Plathelminthen, indem hier die Keimzellen eines ursprünglichen Eierstocks mehr oder weniger deutlich in zwei gesonderte Gruppen zerfallen. Die Keimzellen der einen Gruppe (Keimstock) werden zu Eizellen; die der andern (Dotterstock) zu mit Nahrungsdotter erfüllten Nähr- oder Dotterzellen. Bei andern Plathelminthen behält nur ein Theil der ursprünglich zahlreich vorhandenen Eierstöcke ihre ursprüngliche Funktion, während alle andern ausschliesslich zu Nahrungsdotter liefernden Dotterstöcken umgewandelt sind. Die Eier nehmen den Nahrungsdotter der Dotterzellen entweder schon vor der Befruchtung in sich auf oder es werden in eine Eikapsel neben wenigen befruchteten Eizellen viele Dotterzellen abgelagert, die dann während der Entwickelung verbraucht werden.

Der Kern oder das Keimbläschen (vesicula germinativa) des thierischen Eies zeichnet sich durch seine relativ beträchtliche Grösse aus. Er besteht aus einer meist zu einer deutlichen Membran differenzirten äusseren Schicht, welche den hellen und klaren Kernsaft enthält. In diesem liegen ein oder mehrere festere Kernkörper oder Keimflecke (maculae germinativae), die oft mit einander und mit der Kernmembran durch ein Gerüste dünner Fäden verbunden sind. Das Keimbläschen liegt bei manchen Eiern immer, bei andern wenigstens in sehr frühen Jugendstadien, im Centrum des Eies.

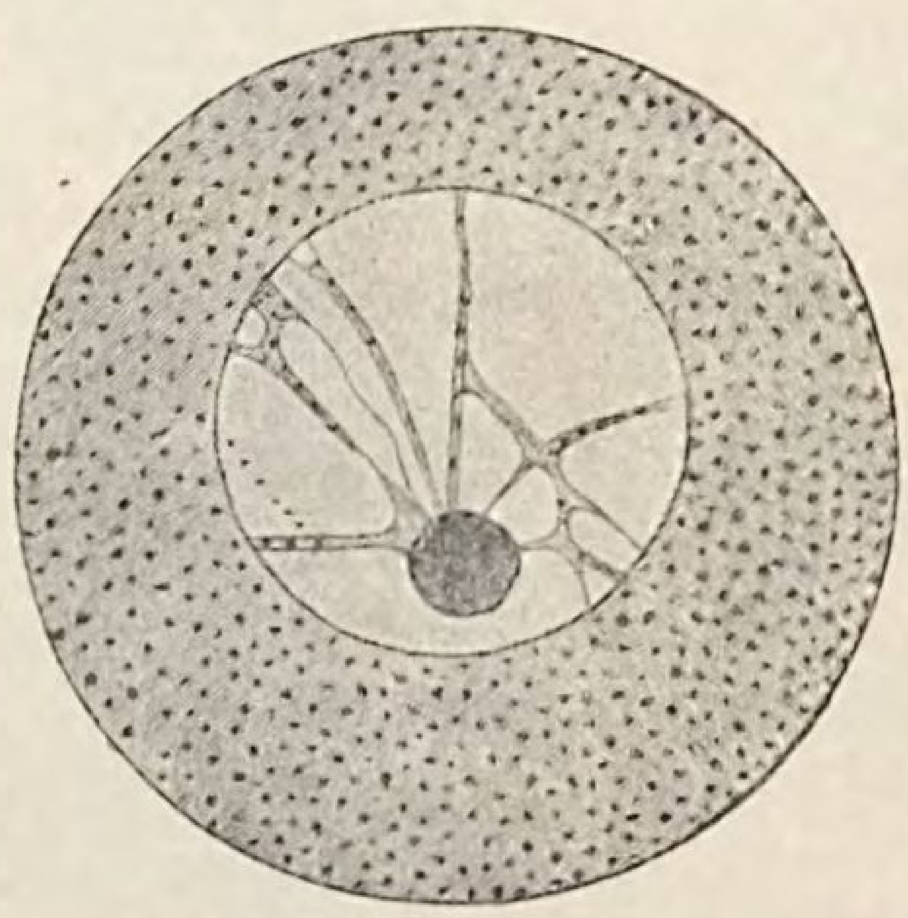


Fig. 22. **Eierstocksei eines Echinodermen**, nach O. Hertwig. In der Mitte das Keimbläschen mit dem Kerngerüst und dem Keimfleck.

Der Eidotter.

Mit den vervollkommneten optischen Hülfsmitteln angestellte Untersuchungen verschiedener Forscher haben ergeben, dass das Protoplasma (bei Protozoen, Eizellen und Gewebszellen) selbst wieder eine feinere Structur aufweist. Es besteht aus sehr kleinen, festeren, zu feinsten, netzförmigen Strängen angeordneten Plasmapartikeln, die das Spongioplasma bilden, und dazwischen liegenden, klaren, homogenen, flüssigeren

Theilchen, die das Hyaloplasma darstellen. Das so beschaffene Protoplasma bildet nun nur in den seltensten Fällen den ganzen Eidotter. Vielmehr finden sich in den meisten Fällen dem Protoplasma Reservenahrungsstoffe in Form von fett- oder ölartigen Tröpfchen, Plättchen, Kugeln eingelagert, welche von dem sich entwickelnden Ei als Nahrung verbraucht werden. Sie bilden im Gegensatz zum eigentlichen lebenden aktiven Protoplasma des Eies, dem Bildungsdotter, einen passiven, leblosen, nur zur Ernährung dienenden Bestandtheil, das Deutoplasma oder den Nahrungsdotter. Die Menge und die Anordnung des Deutoplasma im Ei ist von grosser Bedeutung, weil davon die Art des Verlaufs der ersten Theilungsvorgänge am befruchteten Ei abhängt.

Es ist selten, dass im Ei kein Deutoplasma vorkommt. Schon häufiger findet sich nur eine sehr geringe, gleichmässig im Protoplasma vertheilte Menge desselben. (Holoblastische, alecithale Eier, Figur 23 C.) Solche Eier finden sich bei Thierarten, die entweder schon auf sehr frühen Stadien der Entwickelung selbst Nahrung suchen können, oder deren Embryonen sich im Innern des mütterlichen Körpers, und von diesem aus ernährt, entwickeln.

In der grossen Mehrzahl der Fälle enthält das Ei eine beträchtlichere Masse von Nahrungsdotter. Nach der Anordnung und Lage desselben unterscheidet man 2 verschiedene Eitypen.

I. Typus der telolecithalen Eier.

A. Im einfachsten Falle ist der Nahrungsdotter in nicht sehr beträchtlicher Menge vorwiegend in einer Hemisphäre dem Bildungsdotter eingelagert. Diese Hemisphäre bezeichnet man als die vegetative,

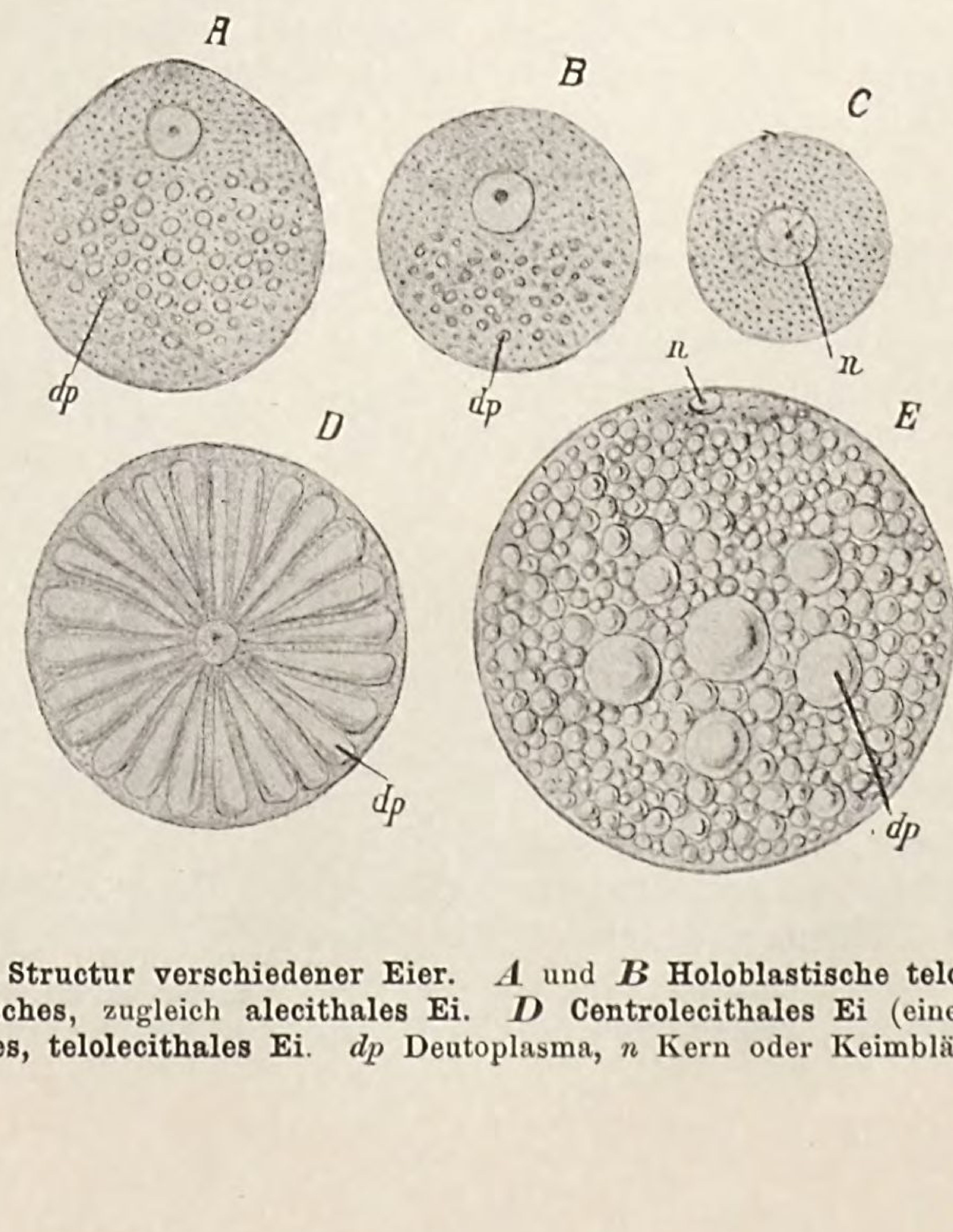


Fig. 23. **Structur verschiedener Eier.** *A* und *B* **Holoblastische telolecithale Eier.** *C* **Holoblastisches,** zugleich **alecithales Ei.** *D* **Centrolecithales Ei** (einer Spinne). *E* **Meroblastisches, telolecithales Ei.** *dp* Deutoplasma, *n* Kern oder Keimbläschen.

die andere, welche das Keimbläschen beherbergt, als die animale. Man kann dementsprechend auch einen animalen und einen vegetativen Eipol unterscheiden (Figur 23 B).

B. Die Menge des Nahrungsdotters nimmt so stark zu, dass der Bildungsdotter auf einen geringeren oder grösseren Kugelabschnitt am animalen Pole reducirt ist, in welchem das Keimbläschen liegt. Ausserdem erstreckt sich eine dünne Schicht von Protoplasma um das ganze Ei herum, eine Rinde bildend. Im übrigen Theil des Eies ist der Bildungsdotter durch die Entwickelung des Nahrungsdotters so sehr verdrängt, dass er nur noch wie spärliche Kittsubstanz in den Lücken zwischen den Nahrungsdotterelementen erhalten ist (holoblastische, telolecithale Eier, Figur 23 A).

C. Die Menge des Bildungsdotters ist im Verhältniss zum riesig entwickelten Nahrungsdotter so gering, dass ersterer am animalen Pol nur eine kleine, das Keimbläschen bergende Ansammlung und ausserdem noch eine sehr dünne Schicht um das ganze Ei herum bildet. Im weitaus grössten Theil des Eies ist der Bildungsdotter vom Nahrungsdotter ganz verdrängt (meroblastische, telolecithale Eier, Fig. 23 E).

II. Typus der centrolecithalen Eier.

Der Bildungsdotter bildet eine gleichmässige Schicht um das ganze Ei herum und ausserdem noch eine das Keimbläschen enthaltende Ansammlung im Mittelpunkt des Eies. Die Region zwischen Centrum und Peripherie wird

A. vorwiegend (holoblastische, centrolecithale Eier mancher Crustaceen) oder

B. fast oder ganz ausschliesslich (meroblastische, centrolecithale Eier der Tracheaten und vieler Crustaceen, Fig. 23 D)

vom Nahrungsdotter eingenommen.

Die Eihüllen.

Haben wir eingetheilt in primäre: Dottermembranen, Eimembranen und sekundäre: accessorische Eihüllen.

I. Die Dottermembran wird vom Eidotter selbst ausgeschieden. Sie kann zu verschiedenen Zeiten der Reifung des Eies gebildet werden und einen sehr verschiedenen Bau zeigen. Bisweilen ist sie doppelt. Häufig ist sie von zahlreichen Poren durchbohrt (Zona radiata). Nicht selten zeigt sie eine besondere Oeffnung: Micropyle. Poren sowohl als Micropyle stehen zur Ernährung des Eies in Beziehung und dienen in vielen Fällen zum Durchtritt der Spermatozoen.

II. Die secundären Hüllen sind selbst wieder sehr verschiedenartiger Natur. Sie stimmen darin überein, dass sie nicht vom Ei selbst gebildet werden.

a) Als Chorion bezeichnet man eine Membran, die sehr häufig von den das Ei umgebenden Zellen des Eierstocks (Follikelzellen) ausgeschieden wird. Sie liegt zwischen Ei und Follikelzellen.

b) Dazu können verschiedene andere accessorische Hüllen kommen, welche zu dem Ei erst später, auf seinem Wege durch die Ausführungsgänge der Ovarien durch besondere Drüsen hinzugefügt werden. Hieher gehören die Eikapseln, Eiweiss-, Gallerthüllen, Kalkschalen etc. Von den verschiedenen Eihüllen kann entweder nur eine allein, oder es können zwei oder mehrere gleichzeitig vorkommen.

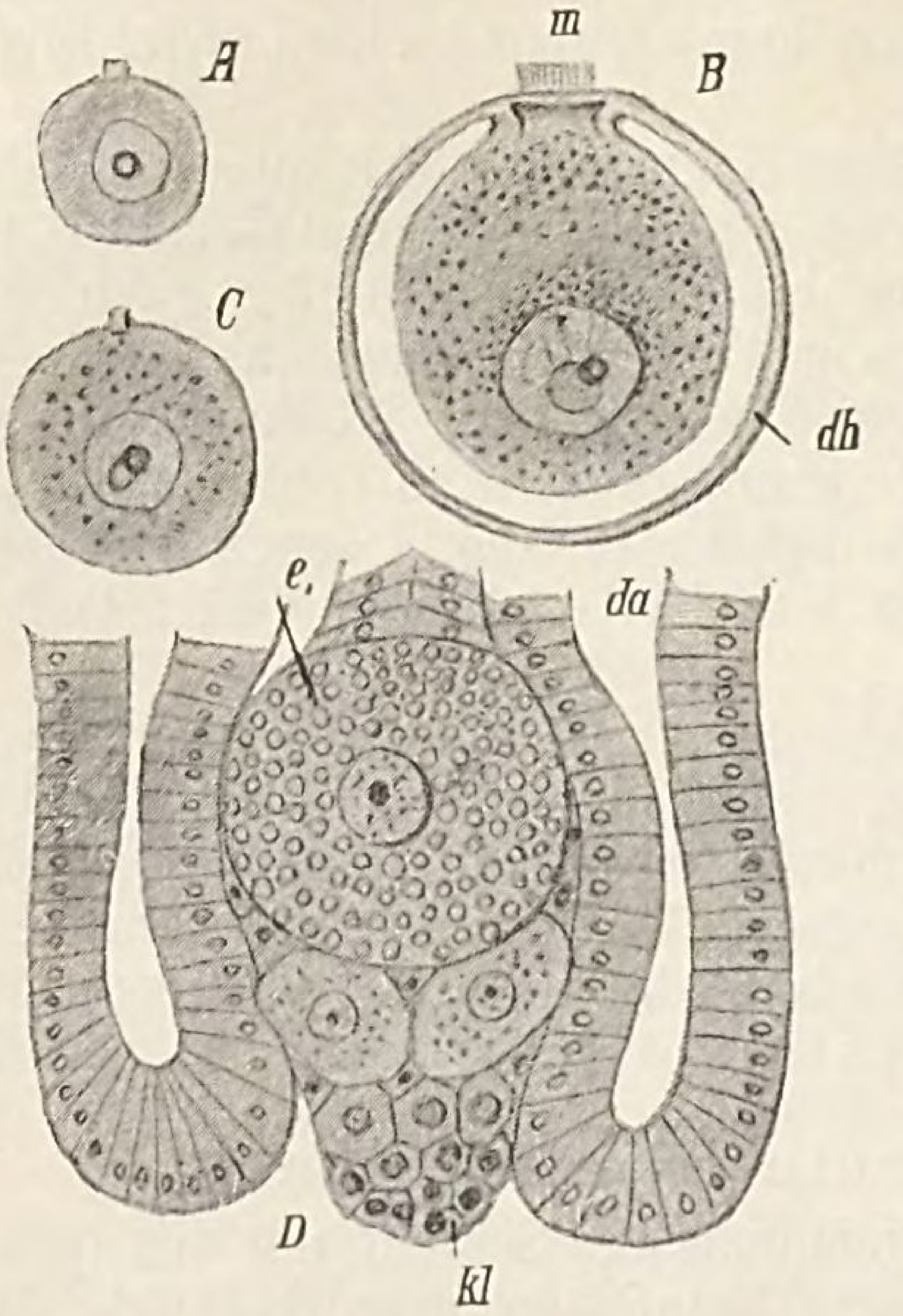


Fig. 24. *A*, *C*, *B* **Drei Eierstockseier einer Muschel** in verschiedenen Stadien der Entwicklung, nach FLEMMING. *m* Micropyle, *dh* Dottermembran.

D **Eierstock einer Meeresplanarie mit Eiern** auf verschiedenen Entwicklungsstadien. *da* Darmast oder Gastrokanal, *kl* Keimlager, *e* vorgerücktes Ei.

Als Beispiel für die **Entwicklung und Reifung** eines Eies wählen wir zunächst die Eibildung der Muscheln (Fig. 24 A, B, C). Die Eier entstehen hier aus bestimmten Zellen eines Keimepithels, die stärker wachsen und bald über das Epithel hervorragen, mit ihm aber eine Zeit lang durch einen stielförmigen Fortsatz verbunden bleiben. Durch diesen Stiel hindurch erfolgt wahrscheinlich die Ernährung des Eies vom Epithel aus. Im Plasma des Eies treten immer zahlreichere Dottertröpfchen auf. Der Kern wird bläschenförmig. Das Ei sondert an der Oberfläche eine Dotterhaut ab, welche da, wo der Eistiel mit dem Keimepithel sich verbindet, eine Unterbrechung erleidet, so dass, wenn das Ei sich loslöst, hier eine Oeffnung, eine Micropyle, vorhanden ist.

Ein weiteres Beispiel einer einfachen Eibildung mögen die Meeresplanarien (Fig. 24 D) liefern. Diese besitzen sehr zahlreiche Eierstöcke, für deren Ernährung dadurch gesorgt ist, dass sie zwischen den Darmästen, dicht an deren Wandung liegen. In jedem Eierstock befindet sich ein kleines Keimlager (*kl*), gebildet aus einem Häufchen kleiner Zellen mit Kern und wenig Protoplasma. Einzelne dieser Zellen wachsen und werden, indem sich zahlreiche Dottertröpfchen in ihnen ablagern und indem ihr Kern zum charakteristischen Keimbläschen sich umwandelt, zu Eiern. Andere Zellen bleiben klein, sie erhalten sich zwischen den stark wachsenden Eizellen und bilden so ein Gerüste im Eierstock, das sich in den Eileiter fortsetzt.

Als Typus eines exquisit meroblastischen, telolecithalen Eies mit complicirter Hüllenbildung wählen wir das Vogelei (Fig. 25 und 26). Das Ei wird im Innern des mütterlichen Körpers befruchtet und hat sich schon zu entwickeln begonnen, wenn es gelegt wird. Die verschiedenen Theile, die es dann erkennen lässt, haben eine sehr verschiedene Bedeutung und Entstehung. Im Innern des Eies erkennen wir die gelbe Dotterkugel, das sogenannte Eigelb (Fig. 25). Dieses allein wird im Eierstock gebildet und stellt das eigentliche Ei dar. Im Eierstock ist es noch eine einfache meroblastische Eizelle, die aus folgenden Theilen besteht:

1. aus einer äusseren, vom Ei selbst ausgeschiedenen Dotterhaut;

2. aus dem Bildungsdotter, welcher an einem Pole des Eies, am animalen, ein kleines Häufchen bildet, in welchem das Keimbläschen liegt. Dieses weissliche Häufchen entspricht der sogenannten Narbe oder dem Hahnentritt;

3. aus dem gelben Nahrungsdotter, welcher die Hauptmasse des Eies darstellt und concentrisch geschichtet erscheint;

4. aus dem weissen Nahrungsdotter, welcher unterhalb der Dotterhaut und unter dem Bildungsdotter eine dünne Rindenschicht um den gelben Dotter herum bildet und ausserdem in Form eines dicken, am Ende kuglig angeschwollenen Stranges vom animalen Pole aus sich bis in die Mitte des gelben Dotters einsenkt.

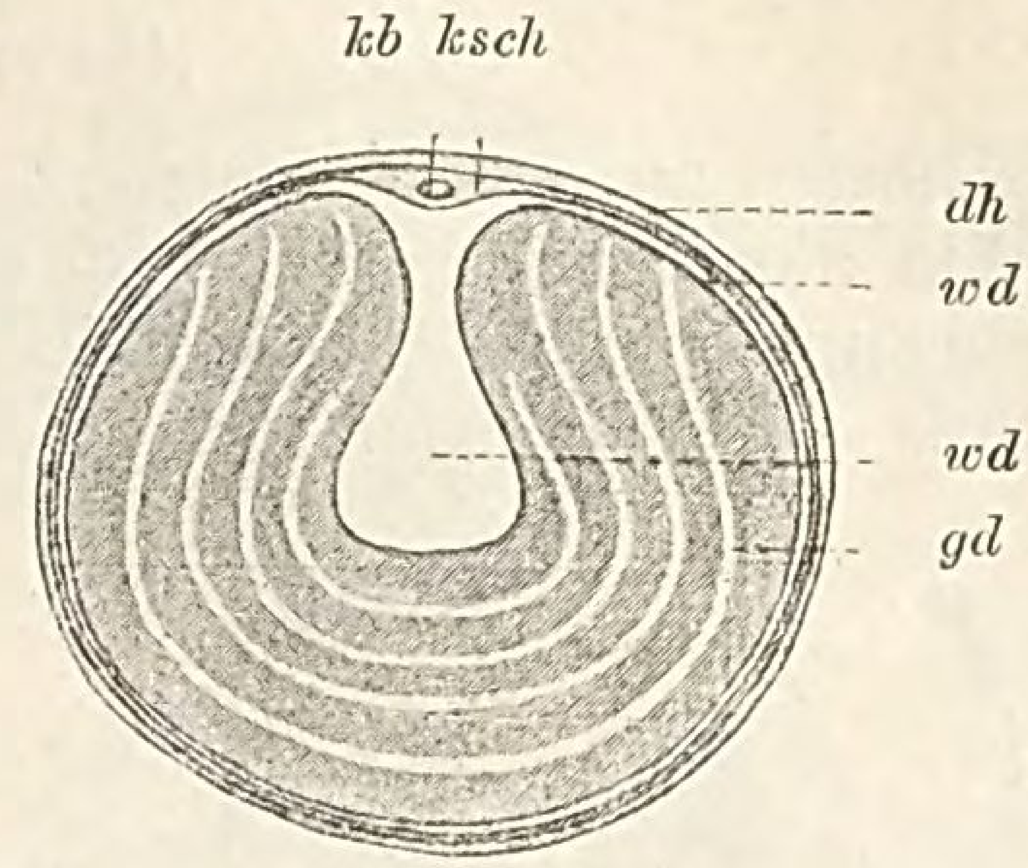


Fig 25. **Eizelle des Huhns aus dem Eierstock.** *ksch* Bildungsdotter (Hahnentritt), *kb* Keimbläschen, *wd* weisser Dotter, *gd* gelber Dotter, *dh* Dotterhaut. (Nach O. HERTWIG.)

Wenn das so gebildete Ei aus dem Eierstock aus- und in den Eileiter übertritt, so scheiden die Wandungen der verschiedenen Theile dieses letzteren Hüllen (Fig. 26) um dasselbe aus, als da sind:

1. Das Eiweiss mit den Chalazen oder Hagelschnüren, d. h. etwas dichteren, spiralig aufgerollten Eiweisssträngen, welche von der Dottermembran nach aussen zu dem stumpfen und spitzen Pole des Eies gehen.

2. Die doppelte Schalenhaut, welche das Eiweiss allseitig umgiebt. Durch Auseinanderweichen der beiden sie bildenden Membranen entsteht am stumpfen Pole des Eies ein mit Luft gefüllter Hohlraum, die Luftkammer.

3. Die poröse Kalkschale.

Diese 3 Theile stellen also accessorische Hüllen des Eies dar.

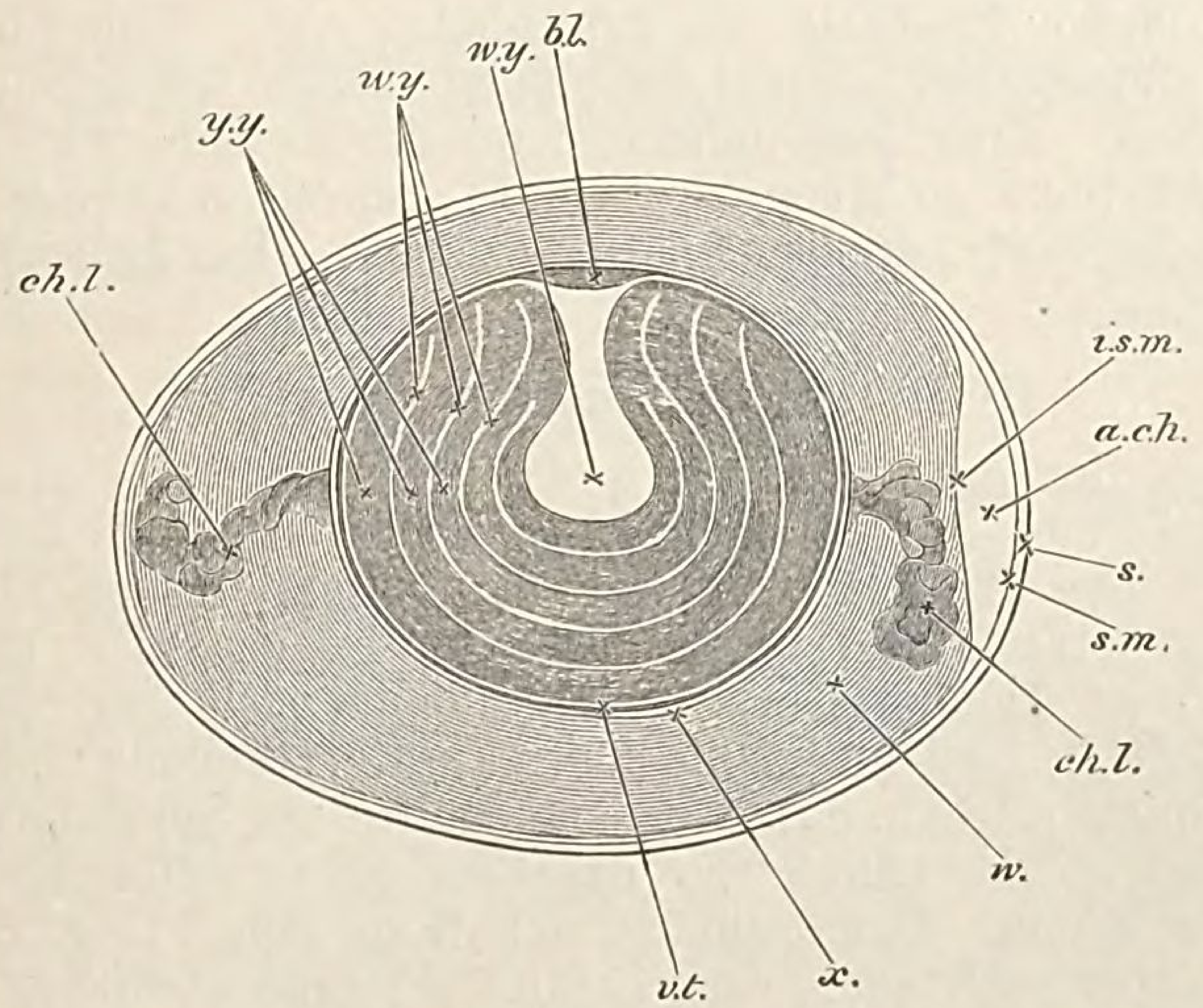


Fig. 26. **Schematischer Längsschnitt durch ein unbebrütetes Hühnerei,** nach ALLEN THOMSON und O. HERTWIG. *bl* Bildungsdotter, *wy* weisser Dotter, *yy* gelber Dotter, *w* Eiweiss, *ch.l.* Chalazen (Hagelschnüre), *a.ch.* Luftkammer, *i.s.m.* innere, *s.m.* äussere Schicht der Schalenhaut, *s* Schale.

Die männlichen Fortpflanzungszellen, Samenfäden oder Spermatozoen (Fig. 27)

gehören zu den kleinsten Zellen, die im Thierkörper gebildet werden. Wie die meist complicirte und mit vielen Schwierigkeiten der Untersuchung verbundene Entwickelung zeigt, ist jedes Spermatozoon ebenfalls eine einfache Zelle. Eine sehr gewöhnliche Form der Spermatozoen ist die sogenannte stecknadelförmige. Ein solches Spermatozoon besteht aus einem kleinen Knötchen, dem Kopf, der dem Ueberreste eines Zellkerns entspricht, und einem beweglichen, fadenförmigen Anhang, dem Schwanz, welcher protoplasmatischer Natur ist und grosse Aehnlichkeit mit dem Geisselfaden einer Flagellate zeigt. Neben dem Schwanz können noch Nebengeisseln vorkommen. Zwischen Schwanz und Kopf kann ein besonderes Zwischenstück eingeschaltet sein. Ausnahmsweise kommen auch kuglige, birnförmige etc., unbewegliche oder amöboid sich bewegende Spermatozoen vor. Die Spermatozoen entstehen in den Hoden in ganz ähnlicher Weise von einem Keimlager oder von einem Keimepithel aus, wie die Eier. Nach wiederholten Theilungen der ursprünglichen Bildungselemente entstehen Zellen, welche den Eikeimen gleichwerthig sind und als Spermakeime bezeichnet werden können. Während die Eikeime aber direkt durch Wachsthum und Reifung zu Eiern werden, erleiden die Spermakeime noch weitere Theilungen, deren Produkte die Samenfäden sind. Eine ähnliche, aber nicht ganz übereinstimmende Erscheinung haben wir schon bei Volvox kennen gelernt. Eine gewöhnliche Zelle der Colonie wird dort durch starkes Wachsthum zu einem grossen Ei, durch zahlreiche Theilungen aber zu einem Haufen kleiner Spermatozoen. — Der Befruchtung gehen als letzte

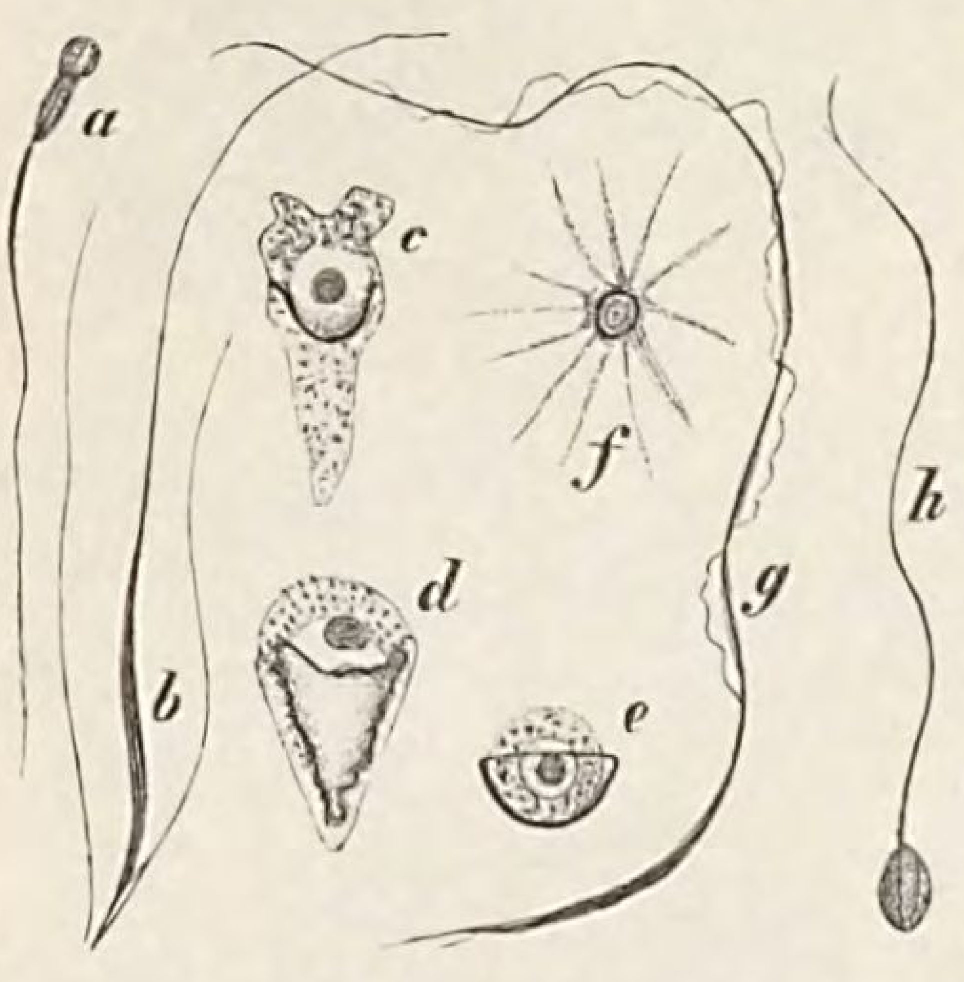


Fig. 27. **Verschiedene Formen von Spermatozoen.** *a* eines Säugethieres; *b* von einer Turbellarie mit 2 Nebengeisseln; *c*, *d*, *e* von Nematoden; *f* von einem Krebs; *g* vom Salamander (mit undulirender Membran); *h* verbreitetste Stecknadelform.

Reifungserscheinungen des Eies

die Vorgänge der Ausstossung der Richtungs- oder Polkörperchen voraus. Das Keimbläschen rückt gegen die Oberfläche des Eies (gegen den animalen Pol der polar differenzirten Eier hin) und erleidet hier beträchtliche Veränderungen. Es löst sich theilweise auf (Fig. 28). Aus Theilen seines Inhaltes bildet sich jene spindelförmige Figur, (Fig. 28 B)., welche für die indirekte Kerntheilung charakteristisch ist (siehe unten p. 34 u. 35). Die eine Hälfte der Spindel tritt in einen kleinen, sich an der Oberfläche des Eies hervorwölbenden Hügel von Protoplasma hinein. Dann schnürt sich dieser Hügel (Fig. 29) als erster Richtungskörper vollständig vom Ei ab. In ganz ähnlicher Weise bildet sich sodann ein zweiter Richtungskörper. Die Bildung eines Richtungskörpers erscheint also als ein Knospungsvorgang, als eine Art Zelltheilung, bei der die eine Tochterzelle, das Richtungskörperchen, sehr viel kleiner ist, als die andere, das Ei. — Die nach der Bildung des

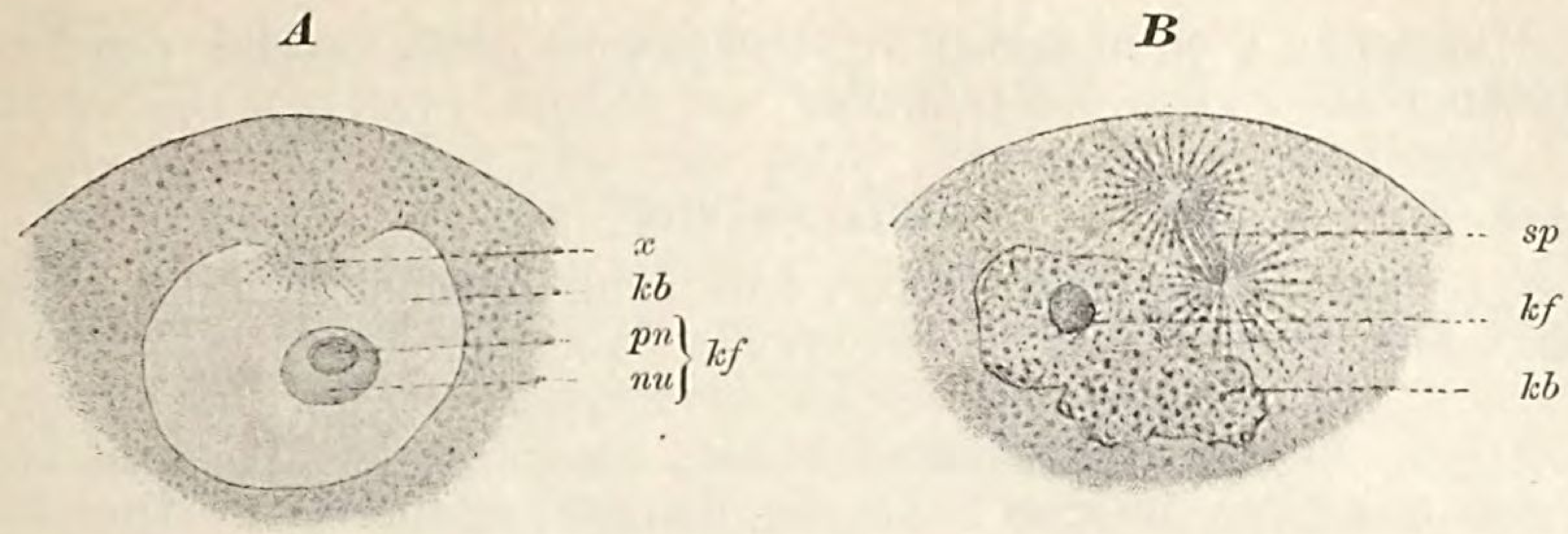


Fig. 28. **Ausschnitte aus Eiern von Asterias glacialis** nach O. HERTWIG. Rückbildung des Keimbläschens und Bildung der Kernspindel. *x* Protoplasmahöcker, *kf* Keimfleck, der sich in 2 distinkte Substanzen *pn* und *nu* sondert, *kb* Keimbläschen, *sp* Kernspindel.

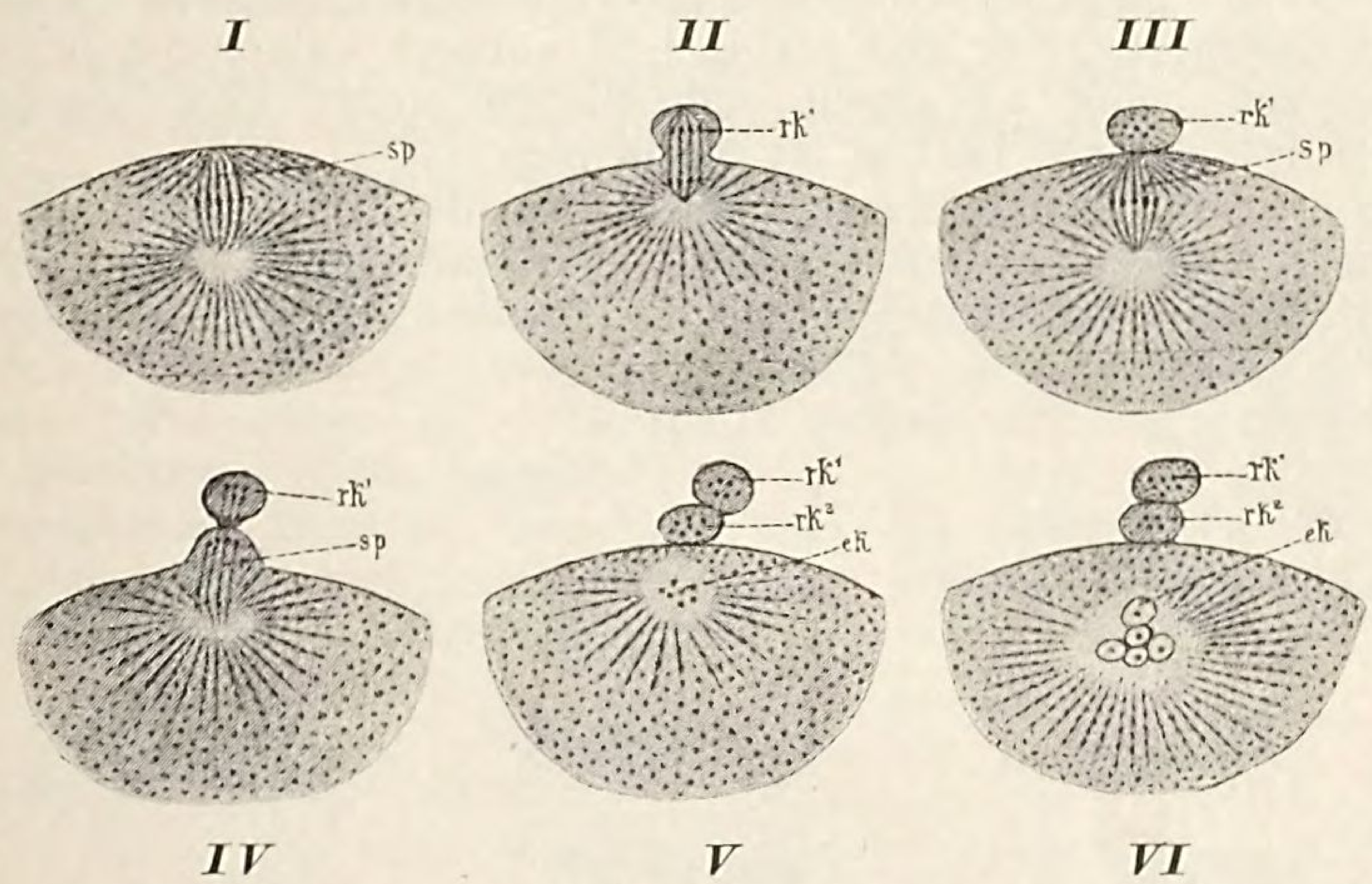


Fig. 29. **Bildung der Richtungskörperchen bei Asterias glacialis** nach O. HERTWIG. *sp* Kernspindel, rk^1 erstes, rk^2 zweites Richtungskörperchen, *ek* weiblicher Vorkern.

zweiten Richtungskörperchens im Ei zurückgebliebene Hälfte der Kernspindel verwandelt sich in einen Eikern, der vom ursprünglichen Keimbläschen recht verschieden, vor allem viel kleiner ist. Dieser Kern wird als weiblicher Vorkern bezeichnet.

Bei manchen Abtheilungen, z. B. vielen Insekten, giebt es Arten, bei denen abwechselnd mit den geschlechtlich durch befruchtete Eier sich fortpflanzenden Generationen solche auftreten, die sich durch parthenogenetische Eier vermehren, d. h. durch solche Eier, die sich ohne Befruchtung entwickeln. Bei derartigen Eiern wird, nach neueren Beobachtungen, nur ein Richtungskörper gebildet. Ueber die Bedeutung aller dieser Reifungserscheinungen sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Ich citire nur die Namen der Autoren solcher Hypothesen: BÜTSCHLI, BALFOUR, MINOT, SABATIER, VAN BENEDEN, WEISMANN.

Bei der Bildung und Reifung der Spermatozoen sind Vorgänge beobachtet worden, welche mit der Ausstossung der Richtungskörperchen aus dem Ei verglichen werden. Der Kern der reifen Spermatozoen wird als männlicher Vorkern bezeichnet.

Wenn die Richtungskörper ausgestossen sind, so ist das Ei befruchtungsfähig. Der Vorgang der

Befruchtung

selbst verläuft in folgender Weise: Von zahlreichen sich an das Ei heran drängenden Spermatozoen ist es normaler Weise nur ein einziges, welches befruchtet. Es ist dasjenige, welches das Ei zuerst berührt, und zwar, wie es scheint, an einer bestimmten Stelle, am animalen Pole der polar differenzirten Eier, in der Nähe der Richtungskörperchen. Hier bildet sich bei der Berührung des Spermatozoenkopfes eine Hervorragung der äussern Protoplasmaschicht, der Empfängnisshügel, in welchen sich das Spermatozoon einbohrt. Allmählich dringt es tiefer in das Ei vor, sein Schwanz scheint mit dem Eiplasma zu verschmelzen; der Kopf (Rest des ursprünglichen Kerns) vergrössert sich etwas. Als männlicher Vorkern rückt er dem weiblichen Vorkern entgegen. Schliesslich verschmelzen beide zu einem einheitlichen Kern, dem sogenannten Furchungskern. Das Ei ist befruchtet.

Es erscheint ziemlich sicher, dass, wo die Eihüllen eine Micropyle besitzen, die Spermatozoen durch dieselbe eindringen. Wenn das erste Spermatozoon in das Ei eingedrungen ist, so wird die Micropyle durch

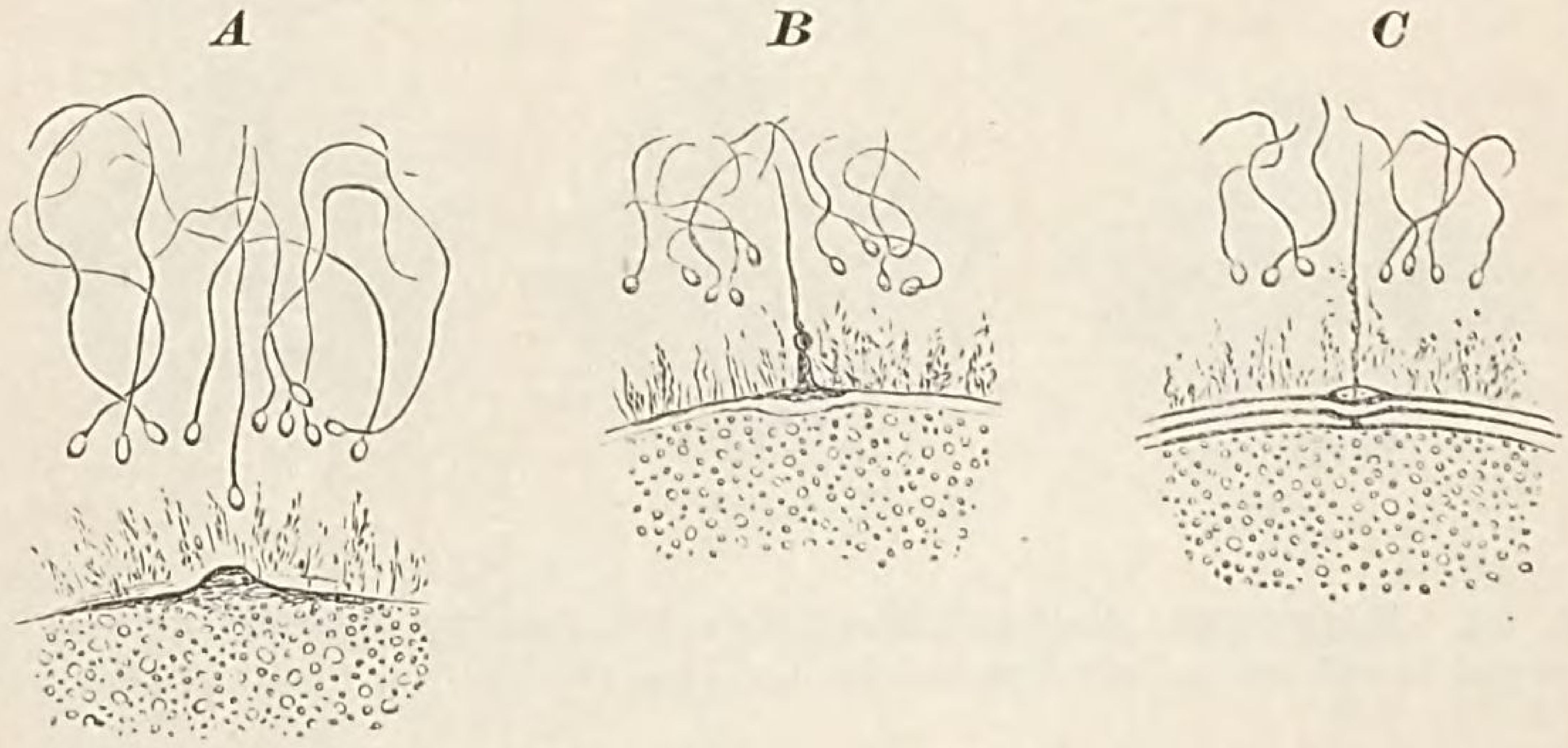


Fig. 30. **Abschnitte von Eiern von Asterias glacialis**, nach Fol (aus O. Hertwig, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte). Von den in die Schleimhülle eingedrungenen Samenfäden trifft der eine mit dem Empfängnisshügel zusammen. Bei *C* ist die Dottermembran gebildet.

Fig. 31.

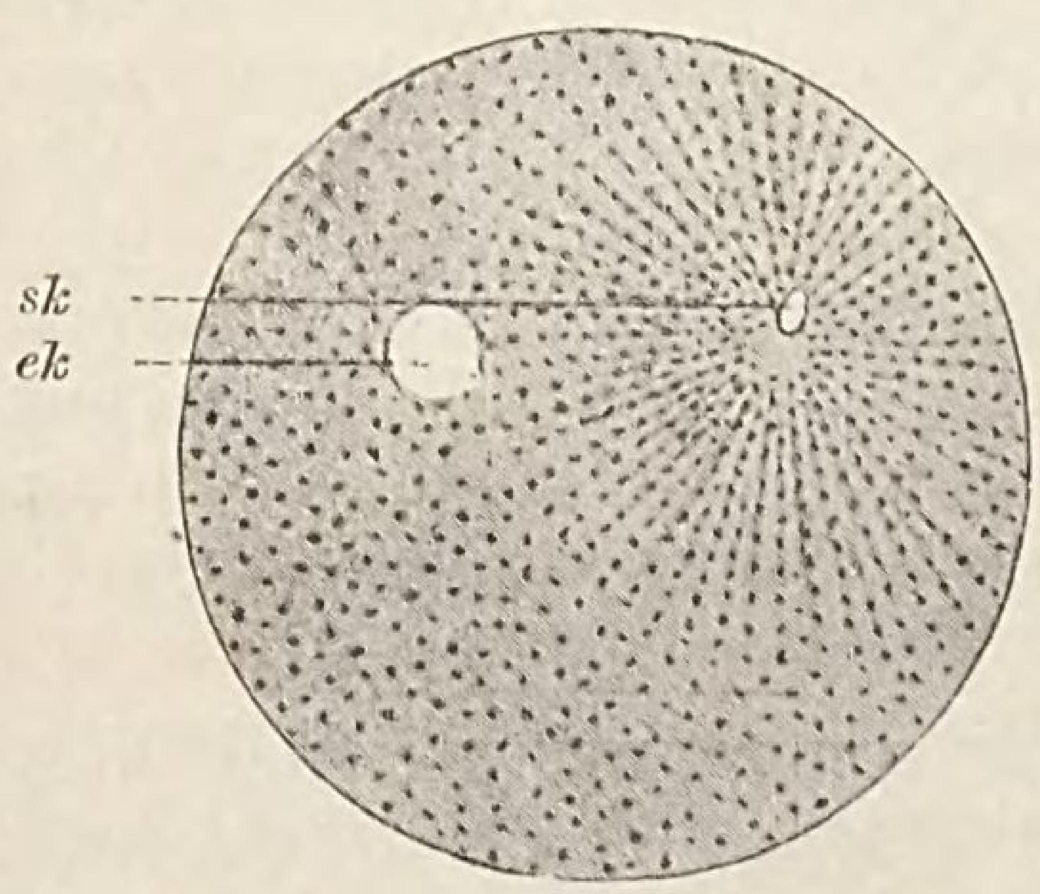


Fig. 32.

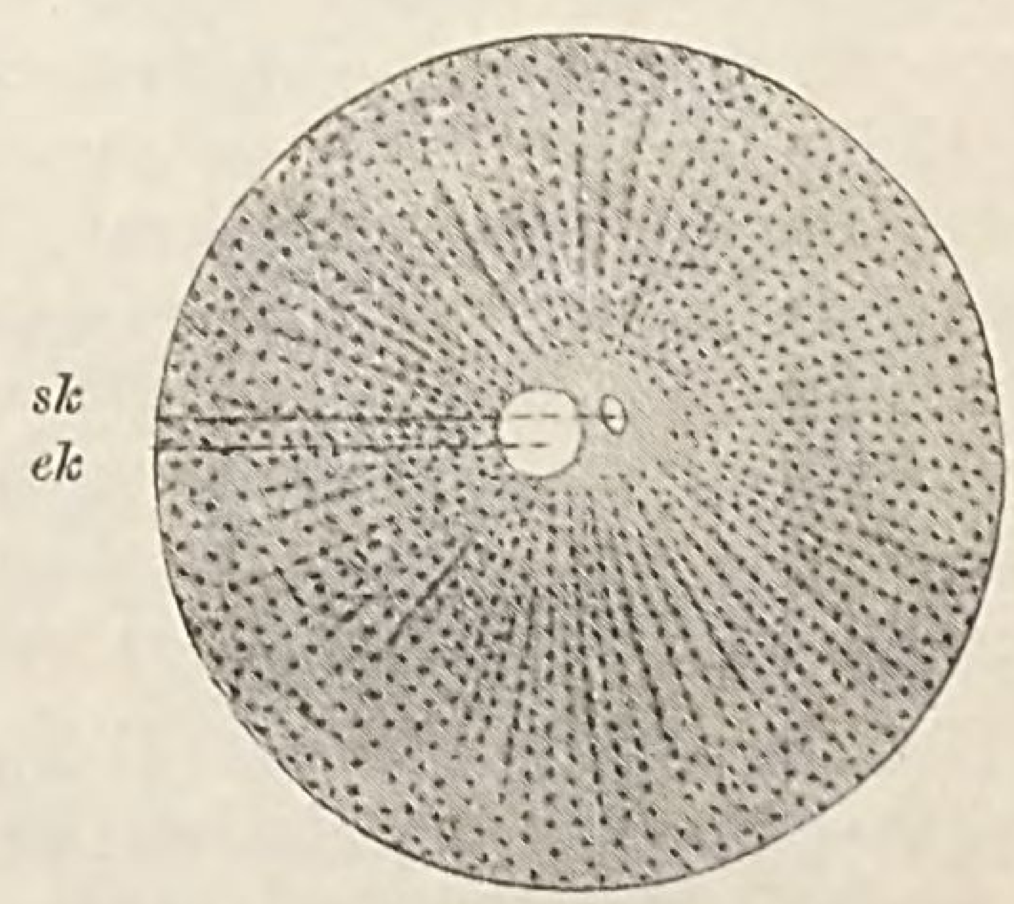


Fig. 31 und 32. **Befruchtete Eier eines Seeigels**, nach O. Hertwig. Zusammenrücken von männlichem (*sk*) und weiblichem (*ek*) Vorkern.

eine neue Ausscheidung des Eidotters verschlossen, so dass keine weiteren Spermatozoen eindringen können. In andern Fällen beginnt sich in dem Momente, wo das erste Spermatozoon eindringt, eine Membran vom Dotter des Eies abzuheben, wodurch das Eindringen weiterer Spermatozoen unmöglich gemacht wird. Auch noch andere Einrichtungen, dazu bestimmt, nur einem Spermatozoon den Eintritt ins Ei zu gestatten, sind bekannt geworden.

Anormaler Weise können zwei oder mehrere Spermatozoen in das Ei eintreten. Es können dann mehrere männliche Vorkerne mit dem weiblichen Vorkern verschmelzen. Vergleiche hierüber die Arbeiten von Fol und Hertwig. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Zwillings- und Drillingsbildungen etc. durch eine solche Ueberbefruchtung veranlasst werden können. Jedenfalls weicht die Entwickelung nach der Ueberbefruchtung in charakteristischer Weise von der normalen ab.

Das wesentlichste morphologische Merkmal der Befruchtung ist die Verschmelzung zweier geschlechtlich differenzirter Zellkerne, des männlichen und des weiblichen Vorkerns.

Die Befruchtung ist entweder eine innere, d. h. sie geschieht im mütterlichen Körper, oder eine äussere, d. h. Samenfäden und Eier werden aus dem elterlichen Körper entleert und treffen sich ausserhalb desselben, im Wasser. Wenigstens im erstern Falle besitzen die sich fortpflanzenden Thiere besondere Begattungsapparate.

Verschiedene Theorien über das Wesen der Befruchtung sind neuerdings aufgestellt worden, vornehmlich von Bütschli, Balfour, Sabatier, van Beneden, Hertwig, Weismann u. a.

Litteratur.

Zusammenfassende Schriften.

Ausser **Balfour**, *Handbuch der vergleichenden Embryologie, vergl. vornehmlich:*

O. Hertwig. *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. 2. Auflage. Jena* 1888.

Ed. v. Beneden. *Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Mém. cour. de l'acad. roy. de Belgique. vol. XXXIV.* 1870.

Hubert Ludwig. *Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg* 1874.

W. Waldeyer. *Eierstock und Ei. Leipzig* 1870.

Derselbe. Bau und Entwickelung der Samenfäden. Anat. Anzeiger. Jena 1887, *wo sich ausführliche Litteraturangaben finden.*

Gewebszelle und Zellgewebe.

Wir haben bis jetzt betrachtet 1) die einzelligen Organismen und 2) die Ei- und Samenzelle als Ausgangspunkte der individuellen Entwickelung aller höheren Thiere, die aus vielen Zellen zusammengesetzt sind. Wir wollen nun in ganz kurzen Zügen auf die Art und Weise eingehen, in welcher sich der Metazoenkörper aus Zellen zusammensetzt, und die verschiedenartigen Zellen betrachten, aus denen er besteht. Mit der Untersuchung der Zellen des thierischen Körpers und ihrer Verbände, der Gewebe, beschäftigt sich die Gewebelehre oder

Histologie. Wie die verschiedenartigen Zellen und complicirten Gewebe aus einfachen indifferenten Zellen hervorgehen, zeigt uns die Histogenie.

Als ersten Hauptsatz können wir den aufstellen: Alle Zellen und Gewebe des erwachsenen Thierkörpers entstehen durch fortgesetzte Theilung aus der befruchteten Eizelle. Diese Theilungserscheinungen sind dieselben, welche wir bei den einzelligen Protozoen als allgemein verbreitete, ungeschlechtliche Fortpflanzungserscheinungen kennen gelernt haben. Während aber bei den meisten Protozoen die Theilprodukte sich von einander loslösen und, der Mutterzelle gleich, ein selbständiges Leben führen, bleiben bei den Metazoen die durch successive Theilungen entstehenden Abkömmlinge der befruchteten Eizelle räumlich verbunden. Aehnliche Fälle fanden wir schon bei einigen Protozoen, wir bezeichneten sie als Fälle der Coloniebildung. Während aber dort alle Zellen der Colonie einander gleich blieben und eine jede derselben sich ganz wie ein einzelliges Protozoenindividuum verhielt, erheben sich die Zellvereinigungen der Metazoen dadurch, dass sich die einzelnen Zellen in die verschiedenen Lebensverrichtungen theilen und eine für diese Leistungen besonders günstige Gestalt und Beschaffenheit erlangen, zu festen, wohlgeordneten Staaten, in denen die Bürger (d. h. die Zellen) auf einander angewiesen sind und nicht mehr einzeln für sich existiren können.

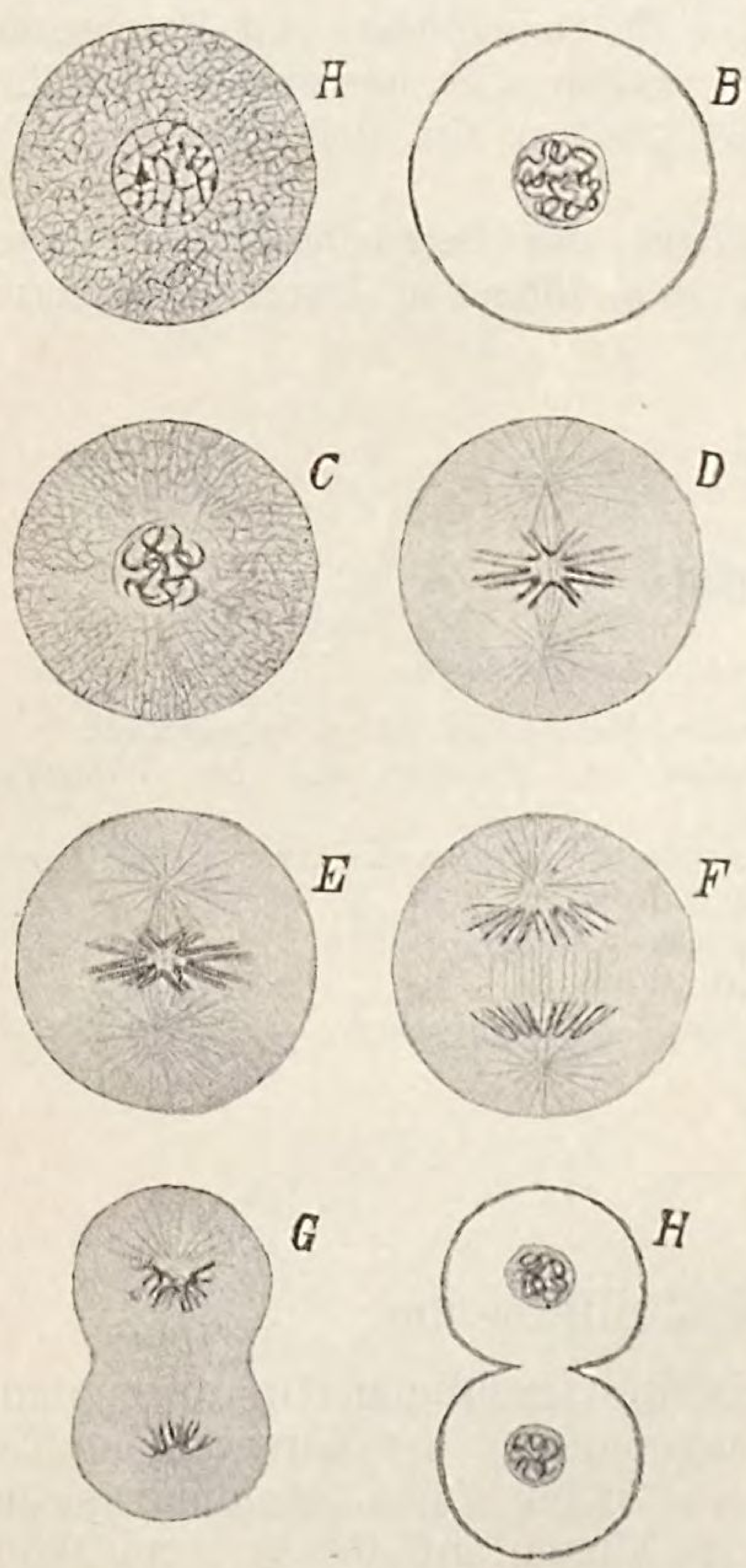


Fig. 33. *A—H* **Aufeinanderfolgende Stadien der Zelltheilung mit indirekter Kerntheilung,** schematisch.

Die Theilung der Eizelle und ihrer Abkömmlinge geschieht unter eigenthümlichen inneren Vorgängen, die hauptsächlich den Kern betreffen. Man unterscheidet die (wie es scheint seltenere) direkte Kerntheilung bei der Zelltheilung und die indirekte oder karyokinetische Kerntheilung. Die erstere, seltenere stimmt mit der schon bei Amoeba p. 12 Fig. 19 geschilderten im Wesentlichen überein. Die zweite zeigt verschiedene Modifikationen. Als typisch kann folgender Vorgang gelten (Fig. 33A—H).

[Unter den Bestandtheilen des Zellkerns unterscheidet man achromatische, d. h. solche, welche bei Behandlung mit Farbstofflösungen sich nicht oder äusserst wenig färben (Kernsaft und ein Theil der Bestandtheile des Fasergerüstes) und chromatische, welche sich stark mit Farbstoffen imbibiren. (Zu letzteren gehören die Kernkörperchen und andere Körnchen des Fasergerüstes.)]

1. Beim Beginn der Zelltheilung treten in der Nähe des Kerns an zwei einander gegenüberliegenden Stellen Attractionscentren auf, um welche herum die Protoplasmatheilchen sich strahlenförmig gruppiren (Bildung des Amphiasters). Die chromatischen Theile des Kerns ordnen sich zu einem knäuelförmig gewundenen Faden (Fig. 33 B).

2. Die Kernmembran wird undeutlich, der knäuelförmige Chromatinfaden zerfällt in mehrere schleifenförmige Stücke (Fig. 33 C).

3. Diese Stücke ordnen sich in einer Aequatorialebene zwischen den beiden Attractionscentren so an, dass ihre Schenkel nach aussen, ihre Winkel nach innen gerichtet sind. Von den Schleifen verlaufen feine achromatische Fäden zu den Attractionscentren (Fig. 33 D).

4. Die Chromatinschleifen spalten sich der Länge nach, so dass ihre Zahl sich verdoppelt (Fig. 33 E).

5. Die eine Hälfte der so entstandenen Chromatinschleifen rückt gegen das eine Attractionscentrum, die andere gegen das entgegengesetzte vor. Beide Hälften entfernen sich also von einander, zwischen ihnen sind achromatische Fäden ausgespannt (Fig. 33 F).

6. Die Chromatinschleifen jeder Seite sind ganz in die Nähe des betreffenden Attractionscentrums gerückt. Ihre Anordnung wird nun eine unregelmässige und sie verbinden sich neuerdings zu einem einzigen knäuelartig aufgewundenen Faden, um welchen herum wieder eine Kernmembran zu erkennen ist (Ruhezustand) (Fig. 33 G u. H).

Während der letzten Vorgänge tritt an der Oberfläche der Zelle in einer zwischen den Attractionscentren gelegenen Ebene eine ringförmige Furche auf, welche immer tiefer wird und schliesslich, wenn sich die beiden neuen Kerne reconstruirt haben, die Zelle in zwei Hälften, jede mit einem neuen Kern, zerlegt.

Die durch successive Theilung aus dem Ei hervorgehenden Zellen des thierischen Körpers bilden sich in verschiedener Weise aus, doch so, dass immer eine Mehrzahl derselben in einer bestimmten Weise mit einander zu sogenannten Geweben vereinigt bleibt. Man unterscheidet 4 Hauptarten solcher Gewebe:

1. das Oberflächen- oder Epithelgewebe,
2. das Connectivgewebe,
3. das Nervengewebe,
4. das Muskelgewebe.

I. Das Epithelgewebe

ist der einfachste und, wie die vergleichende Histologie und Histogenie lehrt, ursprünglichste Verband, zu welchem Zellen zusammentreten. Man kann es deshalb mit Fug und Recht als Primitivgewebe bezeichnen, aus dem alle andern Gewebe hervorgegangen sind. Schon bei Protozoen kommen epithelähnliche Vereinigungen von Zellen vor, so z. B. bei Volvox, wo die Individuen (Zellen) der Colonie zu einer Schicht nebeneinandergelagert sind, welche wie ein Kugelmantel einen centralen Hohlraum umschliesst. Eine solche Form ist bei vielen Metazoen das unmittelbare Resultat der ersten Theilungen des Eies, sie wird hier als Blastula bezeichnet. Der Charakter des Epithels besteht in der regelmässigen Nebeneinanderlagerung von Zellen zu flächenhaft ausgebreiteten Membranen. Diese überziehen die äusseren und inneren Oberflächen der Thiere. Die Zellen eines Epithels liegen entweder in einer einzigen Lage neben

einander (einschichtiges Epithel), oder es liegen mehrere Lagen von Epithelzellen über einander (mehrschichtiges Epithel). Je nach der Form der einzelnen, das Epithel bildenden Zellen unterscheidet man verschiedene Arten desselben. So spricht man von Plattenepithel, wenn die Zellen flach; von Cylinderepithel, wenn die Zellen cylindrisch sind u. s. w. Die Epithelzellen scheiden gewöhnlich nach aussen eine bald dünnere, bald dickere, oft erhärtende, chemisch und physikalisch sich sehr verschieden verhaltende Schicht aus, welche als Cuticula das Epithel überzieht.

Im einfachsten Falle besitzt jede Epithelzelle so ziemlich alle Eigenschaften eines Protozoon. Bald aber tritt Arbeitstheilung ein, so dass die Epithelzellen in gewisser Ausbreitung nur bestimmte Funktionen übernehmen. In einem einfachen Zustand, der uns bei gewissen niederen Metazoen, z. B. der Hydra, entgegentritt, und der auch von vielen höheren Metazoen in der individuellen Entwickelung durchlaufen wird (Gastrula), besteht die Wand des schlauchförmigen Körpers aus zwei aneinanderliegenden Epithelien, einem äusseren (ectodermales Epithel) und einem inneren (entodermales Epithel), welches letztere die centrale Höhle des Schlauches (Darmhöhle) umgrenzt. Beide gehen an der Oeffnung des Schlauches (Mund) in einander über. Zwischen den Zellen des inneren Epithels und denen des äusseren Epithels ist eine gewisse, nicht sehr scharf durchgeführte Arbeitstheilung eingetreten. Die des äusseren Epithels erscheinen — in Uebereinstimmung mit ihrer Lage — besonders zur Vermittelung der Beziehungen zwischen dem Thierkörper und der Aussenwelt, ferner zur Locomotion, zur Bewegung befähigt; die des inneren mehr zur Nahrungsaufnahme und Verdauung der in die Darmhöhle aufgenommenen Nahrungsstoffe. Dem entsprechend treten auch Unterschiede im Bau und in der Gestalt der Zellen der beiden Epithelien auf. Je mehr wir uns im Thierreich zu den höheren Thieren erheben, um so schärfer und weitgehender wird die Arbeitstheilung. Die Epithelien bestehen nicht mehr aus gleichartigen Zellen, sondern die Zellen einer Epithelstrecke sind selbst wieder entsprechend den verschiedenartigen Funktionen, die sie übernommen haben, verschiedenartig ausgebildet.

Es ist sehr lehrreich, die Einrichtungen, durch welche verschiedene Zellen (zunächst Epithelzellen) der Metazoen an ganz bestimmte Verrichtungen angepasst erscheinen, mit den Einrichtungen zu vergleichen, die wir bei den Protozoen beschrieben haben. Bei den letzteren sind es im complicirtesten Falle verschiedene Theile einer und derselben Zelle, welche zur Ausübung bestimmter Funktionen besonders befähigt erscheinen. Bei den Metazoen aber wird bei den Gewebszellen eine der verschiedenen Einrichtungen eines complicirten einzelligen Urthiers zur Haupteinrichtung, welche alle oder die meisten andern zurückdrängt oder zum völligen Verschwinden bringt und so die betreffende Zelle nur zur Ausübung einer ganz bestimmten Funktion befähigt. Wir finden bei den Protozoen als Einrichtungen zur Bewegung, zur Nahrungsaufnahme und Respiration Wimperhaare, Geisselfäden u. s. w. Auf den Epithelzellen der Metazoen finden wir nun solche Einrichtungen sehr häufig in den Vordergrund der Zellbestandtheile gedrängt. Entweder sind alle Zellen eines Epithels mit Flimmerhaaren bedeckt, dann spricht man von einem Flimmer- oder Wimperepithel, oder nur einzelne Gruppen von Zellen oder einzelne Zellen. Die Cilien einer Zelle können ersetzt werden durch ein Geisselhaar, z. B. im Entoderm der Schwämme.

Dann bezeichnet man die betreffenden Epithelzellen als Geisselzellen, die oft sehr an einzellige Choanoflagellaten erinnern.

Diese Flimmerhaare und Geisseln dienen bei den Metazoen, wie bei den Protozoen, sehr verschiedenen Zwecken.

1. Sie bewerkstelligen die Locomotion bei im Wasser lebenden Metazoen von geringer Grösse (Flimmerhaare des Körperepithels einiger Rhabdocoeliden, Wimperplättchen der Ctenophoren, Wimpern des Räderorgans einiger Räderthiere), vornehmlich aber bei im Wasser frei herumschwimmenden Jugendstadien von Metazoen (allgemeine Bewimperung mancher Larven, Wimperkränze und -Schnüre der Plathelminthen-, Wurm-, Mollusken- und Echinodermenlarven).

2. Sie dienen zum Herbeistrudeln der Nahrung, indem sie die Mundöffnung umstellen. Beispiel: Rotatorien.

3. Sie dienen dazu, an den verdauenden Epithelien immer neue verdauliche Stoffe vorbeizuführen; bei vielen sorgen sie zugleich für beständige Erneuerung des Wassers und der in ihm suspendirten Nahrungsmittel im Darme. Darmathmung. Wimperepithelien des Darmkanals.

4. Sie dienen dazu, immer neues sauerstoffhaltiges Wasser mit Epithelien in Berührung zu bringen. Athmung. Wimperepithelien der Kiemen.

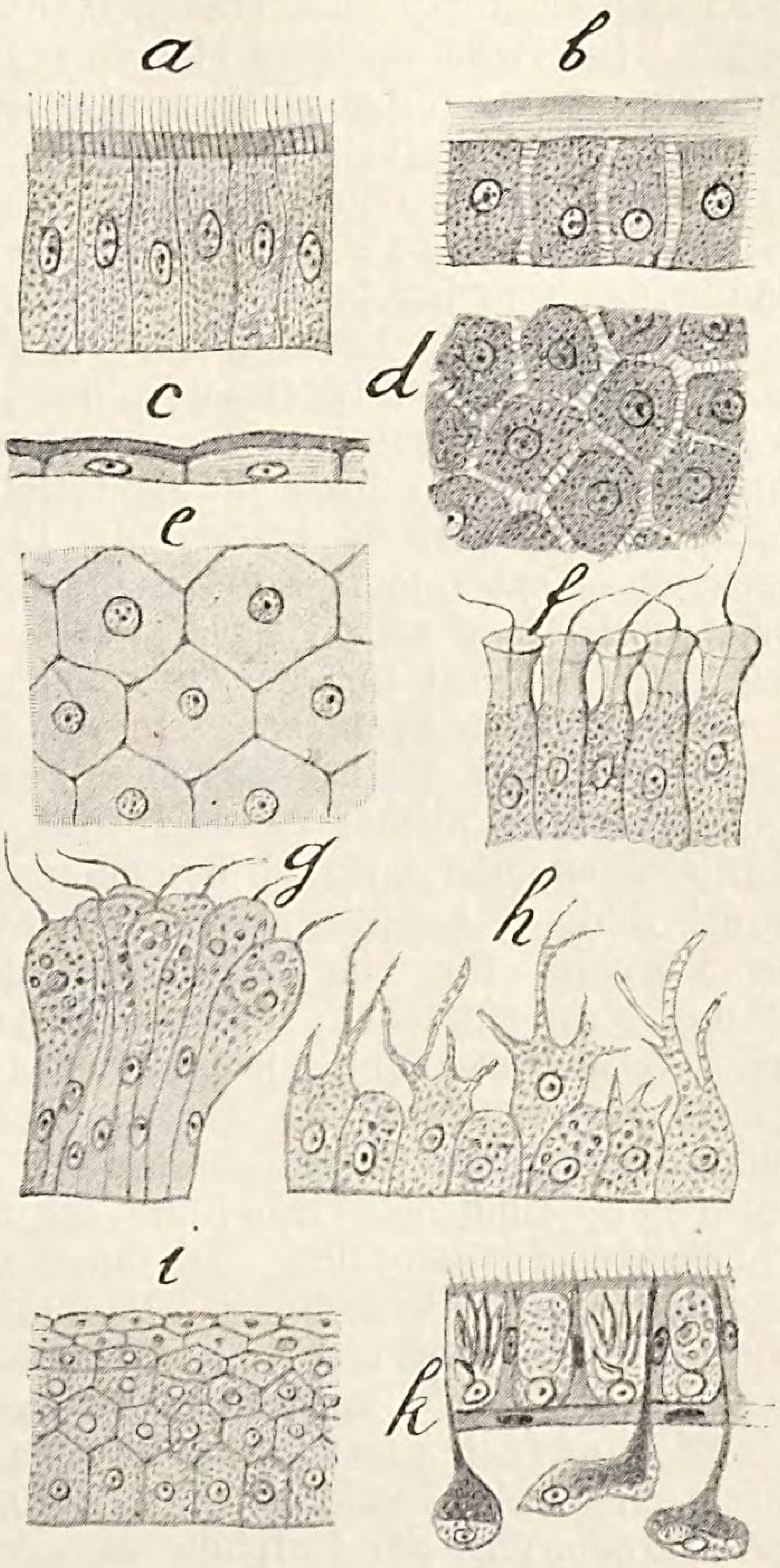


Fig. 34. **Verschiedene Formen von Epithelien.** *a* **Wimperepithel;** *b* **Cylinderepithel** im Profil; *d* von der Fläche; *c* **Plattenepithel;** *e* dasselbe von der Fläche; *f* **Epithel von Kragenzellen mit Geisselhaaren** (aus dem Entoderm eines Schwammes); *g* **Geisselepithel;** *h* **Epithel von Darmzellen mit amöboiden Fortsätzen;** *i* **mehrschichtiges Epithel;** *k* **Körperepithel einer Meeresplanarie** mit **Pigmentzellen, Stäbchenzellen** und unter das Epithel verlagerten **Drüsenzellen.**

5. Indem sie die nämliche Leistung an bestimmten Stellen der Epithelien verrichten, an welche sensible Nerven herantreten, stellen sie sich in den Dienst besonderer Sinnesfunktionen. Wimpergrübchen, Geruchsgrübchen.

Sehr viele Protozoen bedienen sich zur Bewegung, Nahrungsaufnahme und vielleicht auch zu Zwecken der Athmung der Pseudopodien und amöboiden Fortsätze. Bei sehr vielen Metazoen ist die Aufnahme von Nahrungspartikeln in das Innere von Darmepithelzellen durch Aus-

senden von pseudopodienartigen oder amöboiden Fortsätzen eine wichtige Funktion dieser ausschliesslich im Dienste der Ernährung stehenden Zellen. Bei vielen niederen Metazoen ist der amöboide Charakter einiger oder aller Darmepithelzellen so ausgesprochen, dass sie sich aus dem Verbande der Epithelzellen loslösen und als selbständige Zellen im Darmlumen herumtreiben können.

Den contractilen Vacuolen vieler Protozoen ähnliche Gebilde sind in den sogenannten Excretionszellen von Turbellarien nachgewiesen. In ihrem Plasma und dem ihrer Ausläufer sammeln sich kleine Tröpfchen an (Produkte des Stoffwechsels), diese können zu einem grössern Tropfen (Vacuole) verschmelzen. Der Tropfen wird in das Lumen der Zelle entleert und von da durch die Excretionskanäle nach aussen befördert. — Bei gewissen Protozoen erzeugt das Ectoplasma Nesselkapseln. Bei den meisten Coelenteraten ist die Erzeugung je einer solchen Nesselkapsel die Hauptleistung sehr vieler Ectodermzellen, der sogenannten Nesselzellen, die sonst für den Organismus keine andere Arbeit verrichten.

Wie bei den Protozoen sehr häufig durch Ausscheidung einer resistenten äussern Hülle, einer Membran oder Schale für den Schutz des einzelligen Organismus gesorgt wird, sorgen auch bei den Metazoen Epithelzellen, und natürlich besonders Zellen des äussern Körperepithels, durch Bildung äusserer Cuticularmembranen für einen Schutz des Körpers, für eine Bedeckung desselben. Solche Cuticularbildungen entstehen, indem die Ausscheidungen der verschiedenen Zellen oder Umwandlungsprodukte des Protoplasmas derselben zu einer Schicht verschmelzen. Sie können chemisch und physikalisch sehr verschiedenartig sein und stehen zu den sie erzeugenden Epithelzellen in einem ganz ähnlichen Verhältniss wie die Drüsensecrete zu den sie ausscheidenden Drüsenzellen. Zu ihnen gehören die mitunter durch Einlagerung von Kalksalzen zu steinharten Panzern erhärtenden Chitinhäute der Ringelwürmer und Arthropoden, welche von dem darunter liegenden Epithel (Hypodermis) ausgeschieden werden.

Die Cuticula ist sehr häufig von feinen, senkrecht stehenden Poren durchbohrt, welche wahrscheinlich dadurch zu Stande kommen, dass bei der Absonderung der Cuticula das Zellprotoplasma durch feine Fortsätze mit der Cuticularoberfläche in Verbindung bleibt. Eine zarte Cuticula kann auch beim Wimperepithel vorkommen, dann treten die Cilien durch solche Poren hindurch nach aussen hervor.

Es giebt aber bei den Metazoen eine Reihe von Zellen mit besonderen Einrichtungen und Funktionen, die wir bei den Protozoen vermissen. Die Zusammensetzung aus einer grossen Anzahl von Zellen, die sich den mannigfaltigsten Verrichtungen anpassen können, bietet eben ungleich günstigere Bedingungen für eine weitgehende Arbeitstheilung, als sie von einem einzelligen Organismus dargeboten werden. Im Epithel haben wir zunächst die verschiedensten Drüsenzellen. Zellen, die sich auch wieder durch bestimmte Eigenthümlichkeiten in Form und Structur auszeichnen, besitzen ein Plasma, welches befähigt ist, die ihm vom Körper gelieferten Nährsubstanzen in verschiedenartige Secretionsstoffe umzuwandeln, oder sie nehmen aus dem Körper überflüssige oder verbrauchte Stoffe auf, die sie selbst wieder nach aussen befördern. Darmdrüsen scheiden Secrete ab, welche ungelöste Nahrungsmittel in einen löslichen, verdaulichen Zustand überführen. Hautdrüsen sondern Schleim oder andere Substanzen ab u. s. w. u. s. w.

Wenn Drüsenzellen vereinzelt bleiben, so stellen sie einzellige

Drüsen dar; treten viele zu einem Complexe zusammen, so spricht man von vielzelligen Drüsen.

A. Die einzelligen Drüsen. Im einfachsten Falle ist es eine Epithelzelle, die höchstens durch besondere Grösse, oft durch eine schlauchförmige oder birnförmige Gestalt ausgezeichnet ist. Der Kern liegt am basalen, der freien Oberfläche des Epithels abgewandten Ende der Zelle. Das Secret sammelt sich in der Zelle an und wird in derselben gegen die Oberfläche vorgeschoben. Wo eine Cuticula entwickelt ist, zeigt sie häufig über der Drüsenzelle eine Durchbrechung, einen Porus zur Entleerung des Secretes (Fig. 35 A).

Häufig treten einzellige Drüsen mit dem grössten Theil ihres Drüsenleibs aus dem Epithel aus und lagern sich in dem darunter liegenden Gewebe. Sie dringen dann nur noch mit einem dünnen Fortsatz, dem Ausführungsgang, zwischen die Epithelzellen ein (Fig. 35 B).

B. Vielzellige Drüsen. In Epithelien bestehen oft grössere oder kleinere Strecken ausschliesslich oder zum grössten Theil aus Drüsenzellen (Fig. 35 C). Solche Strecken senken sich dann meist in das Epithel ein, so dass ein drüsiges Epithelsäckchen zu Stande kommt, in dessen Höhlung das Secret entleert wird (Fig. 35 D, E). Derartige Säckchen können sich selbst wieder mannigfaltig verästeln (Fig. 35 G). Der drüsige Theil beschränkt sich dann häufig auf die blinden, oft erweiterten Enden der Säckchen, während der übrige Abschnitt als Ausführungsgang fungirt. In Drüsensäckchen können selbst wieder Drüsenzellen sich unter das Epithel einsenken und mit demselben nur durch ihren Ausführungsgang in Communication stehen (Fig. 35 F).

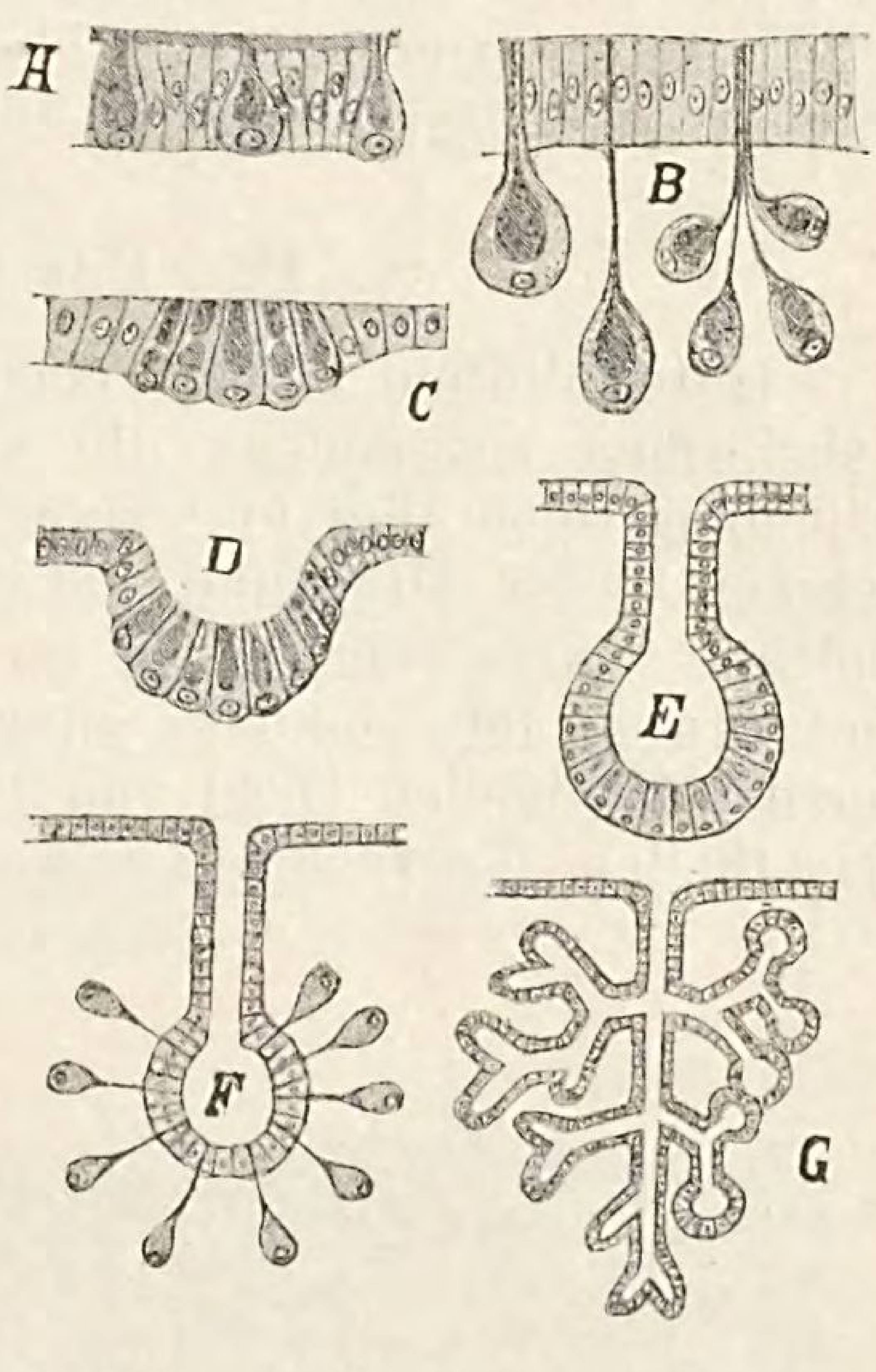


Fig. 35. *A—G* Verschiedene Formen von Drüsen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass bestimmte Zellen des den Körper aussen umhüllenden Epithels die Funktion übernehmen, die Beziehungen zwischen dem Körper und der Aussenwelt zu vermitteln, Eindrücke von aussen zu erhalten und dem Körper mitzutheilen. Solche Epithelzellen nennt man Sinneszellen. Sie können entweder vereinzelt vorkommen oder Sinnesepithelien bilden. Ursprünglich sind sie wohl wenig differenzirt, sehr indifferent, zur Aufnahme der verschiedensten Eindrücke befähigt. Doch tritt mit wachsender Vervollkommnung der Organismen auch hier Arbeitstheilung ein. Bestimmte Sinneszellen erscheinen nur für die Perception ganz bestimmter Qualitäten von Einwirkungen befähigt. Sie treten im Verein mit andern Gewebselementen zu specifischen Sinnesorganen zusammen, welche entweder Tast- oder Gehör-, Gesichts-, Geruchs-, Geschmackswahrnehmungen vermitteln. Die Sinneszellen werden uns später noch beschäftigen.

Epithelzellen können dadurch, dass sich in ihrem Protoplasma Pigmentstoffe ablagern, zu Pigmentzellen werden, die zur Er-

zeugung der äusseren Färbung der Thiere nicht unwesentlich beitragen. In bestimmten Sinneszellen abgelagert, dient das Pigment zur Absorption von Licht- und Wärmestrahlen und steht so im Dienste der Licht-, Farbe- und Wärmeempfindung.

Oft übernehmen bestimmte Epithelzellen die Funktion, ihren Genossen als Stütze zu dienen. Sie bilden, mit einander verschmelzend, ein maschiges Gewebe, das interstitielle Gewebe, das sich zu den übrigen Epithelzellen verhält, wie in einer Mauer der Mörtel zu den Bausteinen.

Dadurch, dass das Plasma benachbarter Epithelzellen verschmilzt; auch wohl dadurch, dass sich im Epithel nur die Kerne, nicht das dazu gehörige Protoplasma theilt, entstehen Protoplasmamassen mit eingestreuten Kernen. In diesen Massen lassen sich keine Zellgrenzen unterscheiden. Sie werden als Syncytien bezeichnet.

Die Epithelzellen liegen nicht immer dicht aneinander; bisweilen sind sie durch klare, saftführende Intercellularräume oder durch Intercellularsubstanzen getrennt, bleiben aber dann durch feinste, diese Intercellularräume durchsetzende Protoplasmafortsätze in Zusammenhang.

II. Das Connectivgewebe.

Unter diesem Namen fasst man eine ganze grosse Reihe von Gewebsformen zusammen, die eine recht verschiedene Entstehung, verschiedenartigen Bau und verschiedene Funktionen besitzen können. Sie nehmen ihren Ursprung entweder mittel- oder unmittelbar aus dem Epithel. Ihre Aufgabe ist im Wesentlichen, verschiedene Körpertheile und Organe mit einander zu verbinden, oder ihnen dadurch, dass sie einen bedeutenden Grad von Festigkeit erhalten, als Stütze zu dienen. Wir theilen die Connectivgewebe nach einem wichtigen Unterschied in ihrer Entstehung zunächst in 2 Hauptgruppen ein.

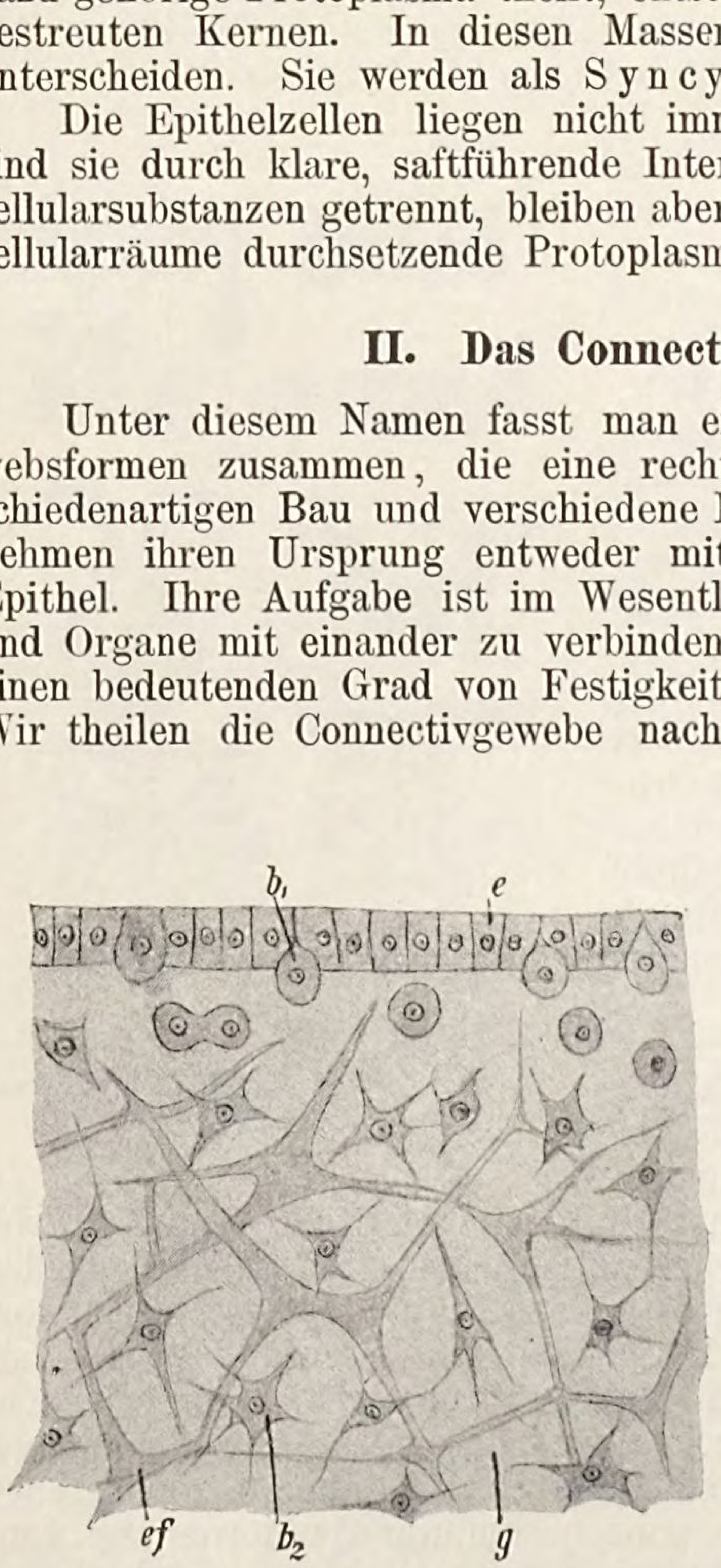


Fig. 36. **Secretgewebe einer Scyphomeduse,** schematisch. *e* Epithel, *g* Gallerte, b_1 in die Gallerte übertretende Epithelzellen, b_2 verästelte Zellen in der Gallerte, *ef* elastische Fasern.

I. Das **Secretgewebe** (Fig. 36) nimmt seinen Ursprung direkt aus einem Epithel. Hierher z. B. das Gallertgewebe der Medusen und Ctenophoren. Zwischen dem innern, den Darm auskleidenden, und dem äussern, die Oberfläche des Körpers überziehenden Epithel wird eine homogene, stark wasserhaltige Gallerte vom Epithel aus ausgeschieden. Epithelzellen treten aus ihrem Verband aus und in die Gallerte ein, wo sie eine verschiedenartige Gestalt annehmen. Bald werden sie zu spindelförmigen, bald zu stark verästelten Zellen, die mit ihren Ausläufern unter einander zusammen-

hängen, bald zu elastischen Fasern. Mitunter sind solche Zellen amöboid beweglich. Sie können sogar zu contractilen Muskelzellen werden.

II. Das **Bindegewebe** entsteht nicht mehr direkt aus dem Epithel. In frühen Entwickelungsstadien der Thiere senken sich kleinere oder grössere Gruppen von Zellen aus Epithelien unter dieselben in die Tiefe, vermehren sich durch Theilung und liefern so die eigentlichen Bildungszellen des Bindegewebes. Dieses füllt die Lücken zwischen den übrigen Organen und Geweben des Körpers aus, oder bildet Säulen, Stränge, Platten und verschieden geformte Stützmassen. Oft legt es sich membranartig an andere Organe und Gewebe an oder um Hohlräume herum. Solche flächenartige Ausbreitungen können sogar wieder den Charakter von Epithelien annehmen.

Im Bindegewebe unterscheiden wir wieder 2 Haupttypen.

A. Die Bindegewebszellen liegen dicht aneinander und bilden keine Intercellular- oder Bindesubstanz.

Das blasige Bindegewebe (Fig. 37). In den Bindegewebszellen treten mit Flüssigkeit gefüllte Vacuolen auf, welche, immer grösser werdend, ein blasenförmiges Anschwellen der Zellen bedingen. Das Protoplasma beschränkt sich dann häufig auf eine dünne die Vacuole umhüllende Schicht, die mit den benachbarten Zellen verschmelzen kann. Nur um die Kerne herum finden sich meist noch kleine Protoplasmahöfe.

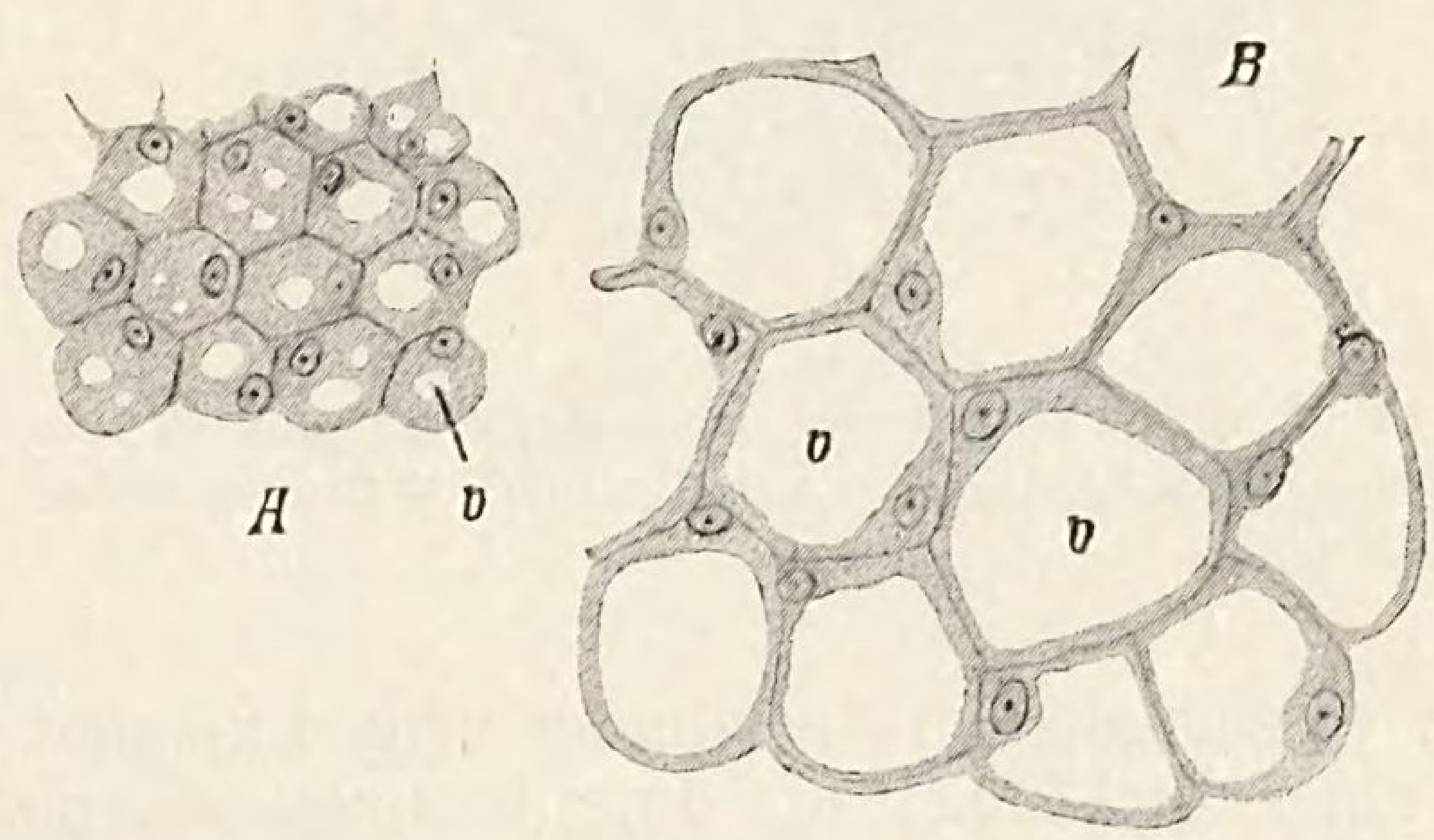


Fig. 37. *A* **Jüngeres,** *B* **älteres blasiges Bindegewebe eines Plathelminthen.** *v* Vacuolen.

Das blasige Bindegewebe (Beispiel: Körperparenchym mancher Plathelminthen) geht in das reticuläre Bindegewebe über, wenn die mit Flüssigkeit erfüllten Räume benachbarter Zellen in geringerer oder grösserer Ausdehnung mit einander verschmelzen. Dann bekommt das Gefüge der Bindegewebszellen den Charakter eines schwammigen Netzwerks mit eingelagerten Kernen und die intracellulär entstandene Flüssigkeit wird in gewissem Sinne intercellulär (reticuläres Bindegewebe mancher Plathelminthen). Beim Fettgewebe (Fig. 38) entstehen im Protoplasma der Zellen grössere oder kleinere Fetttropfen. Beim Pigmentgewebe lagern sich im Protoplasma Farbstoffe ab.

B. Die Bildungszellen des Bindegewebes erzeugen nach aussen eine Substanz, die Intercellularsubstanz, in die sie selbst eingebettet zu liegen kommen. Diese Substanz wird entweder vom Protoplasma der Zellen abgesondert, oder sie ist ein Umwandlungsprodukt der äussern Plasmaschichten selbst.

Mag die Intercellularsubstanz auch noch so mächtig entwickelt sein, fast immer wird dieselbe, was neuere Untersuchungen höchst wahrscheinlich machen, von feinsten Ausläufern der Bindegewebszellen durchsetzt, durch welche diese unter sich in organische Verbindung treten. Sie wird ferner häufig von verschiedenartigen Spalträumen durchbrochen.

Das zellig-blasige Bindegewebe geht aus dem blasigen Bindegewebe der vorhergehenden Categorie dadurch hervor, dass die Zellen nach aussen eine Membran oder Cuticula ausscheiden, vermittelst deren sie unter einander zusammenhängen, z. B. Chorda dorsalis (Fig. 39).

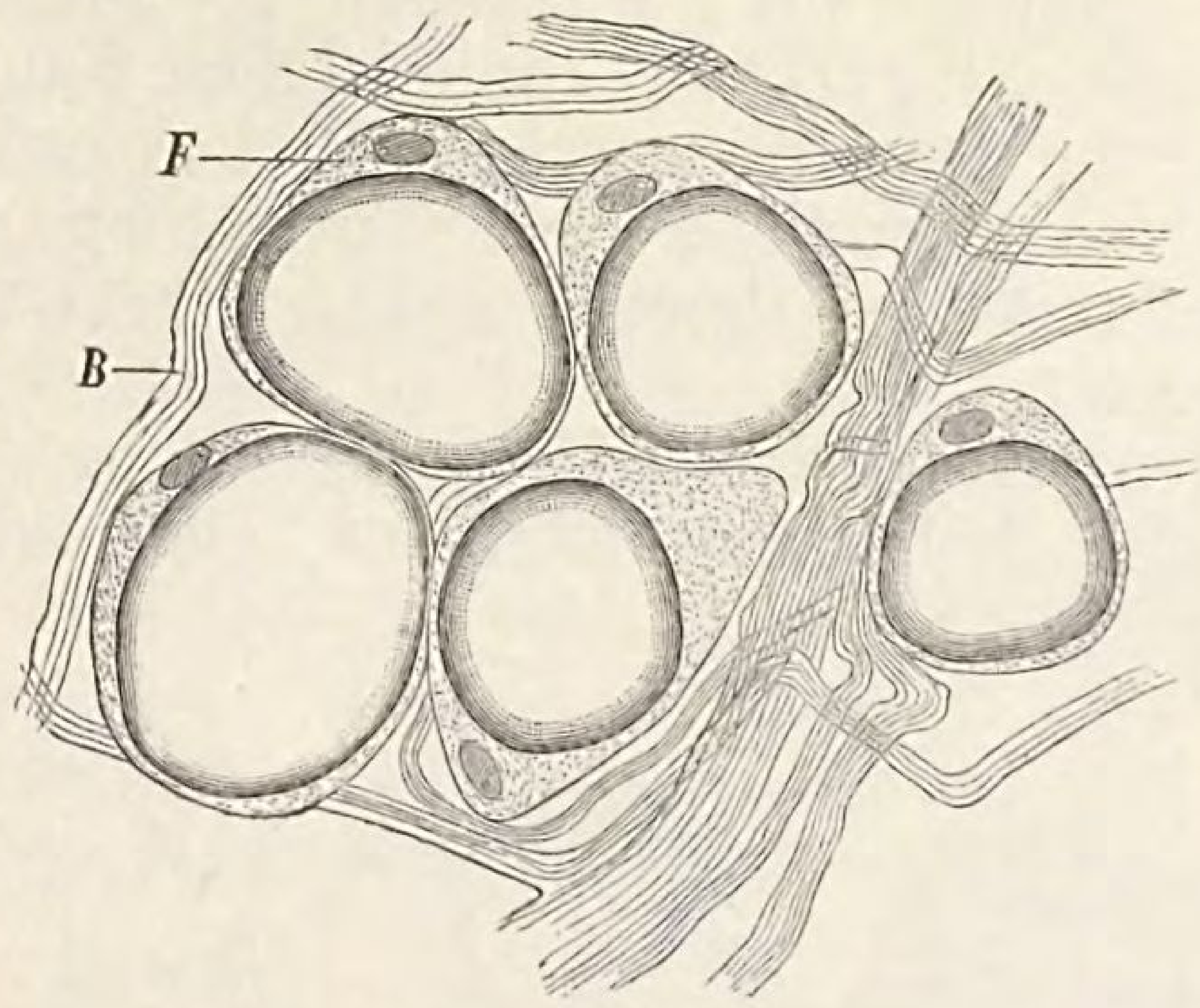


Fig. 38. **Fettgewebe**, nach Ranvier (aus Claus, Lehrbuch der Zoologie). *F* Fettzellen, *B* Bindegewebsfibrillen.

Es giebt Arten von zelligem Bindegewebe, bei denen die Zellen nicht die Blasenform annehmen, sondern compakt und meist rundlich bleiben. Die Intercellularsubstanz ist im Vergleich zu den Zellen wenig beträchtlich. Nimmt sie an Masse zu, so geht das Bindegewebe in die nächstfolgende Form über.

Beim faserigen Bindegewebe ist die Intercellularsubstanz beträchtlich. Sie giebt beim Kochen Leim. Sie ist in Fasern differenzirt, die, oft zu Bündeln vereint, die verschiedenste Anordnung zeigen können. Oft verlaufen sie parallel in einer Richtung, oft durchkreuzen sie sich oder verästeln sich und anastomosiren mit einander. Die Bindegewebszellen bleiben selten rundlich; meist nehmen sie eine länglich-spindelförmige oder verästelte Ge-

Fig. 39.

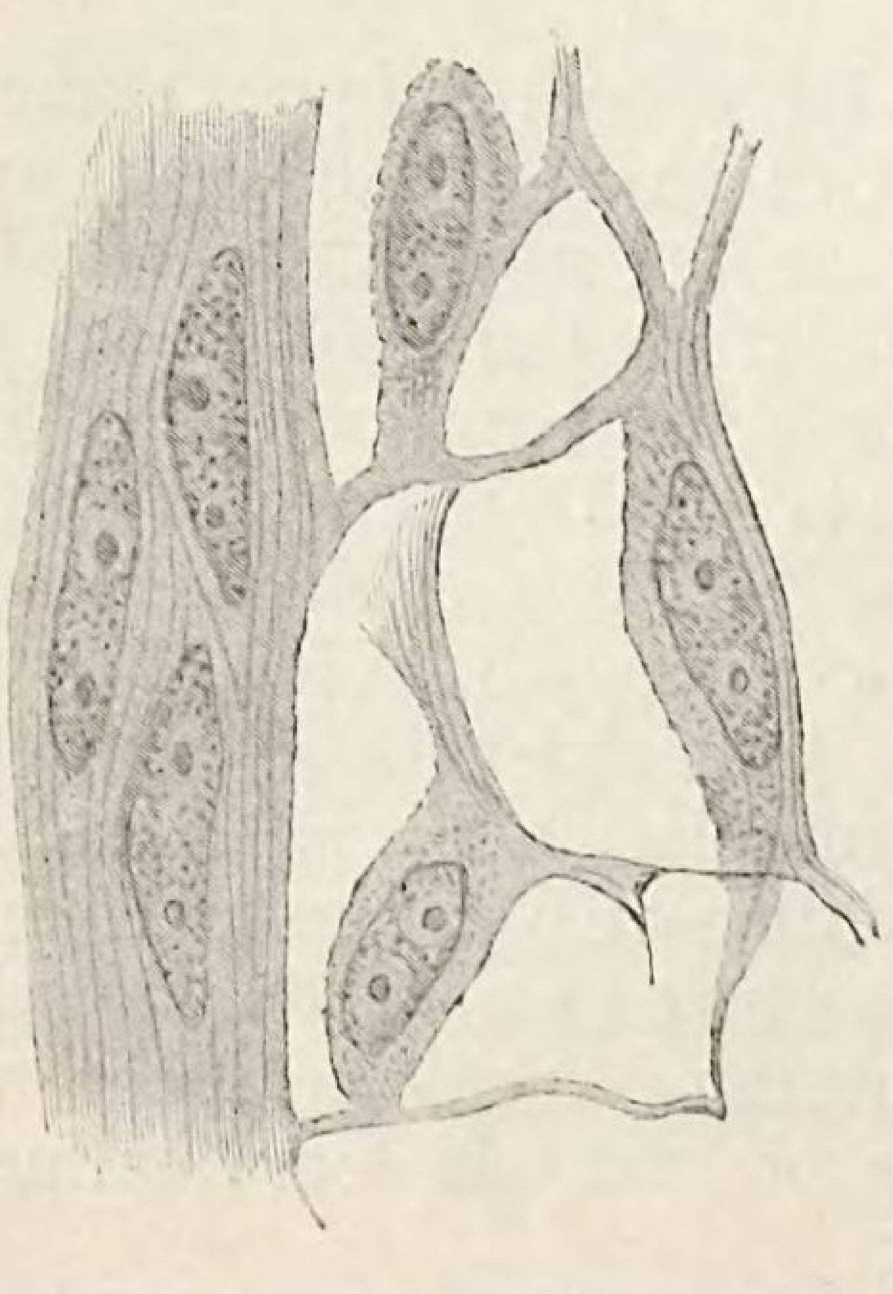


Fig. 40.

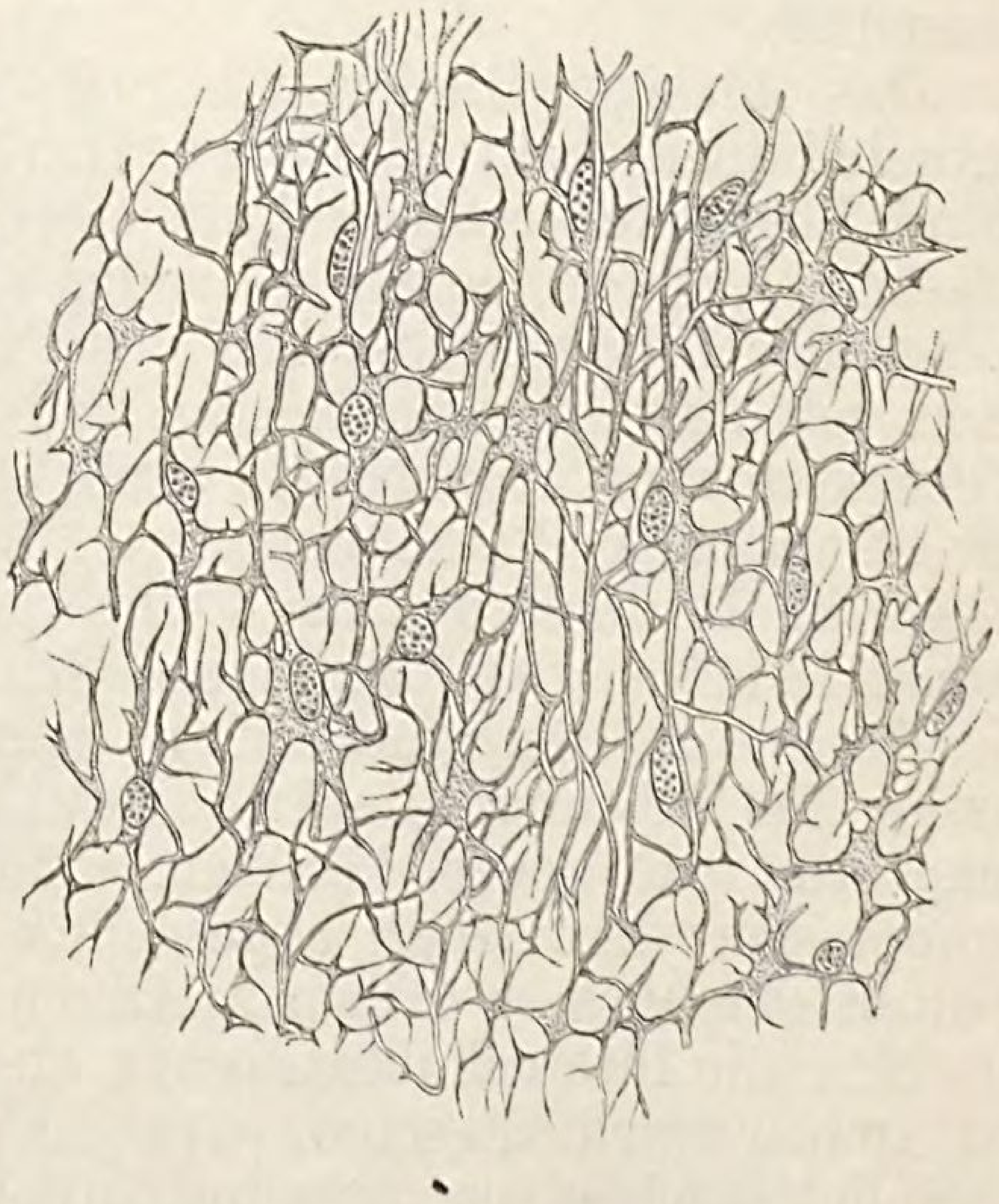


Fig. 39. **Chordagewebe**, nach Leydig.
Fig. 40. **Reticuläres Bindegewebe**, nach Gegenbaur.

stalt an. In letzterem Falle kommt wieder eine Art reticulären Bindegewebes zu Stande. Oft differenziren sich die Fortsätze der Zellen selbst zu Fasern, die sich zu den aus der Intercellularsubstanz

Fig. 41.

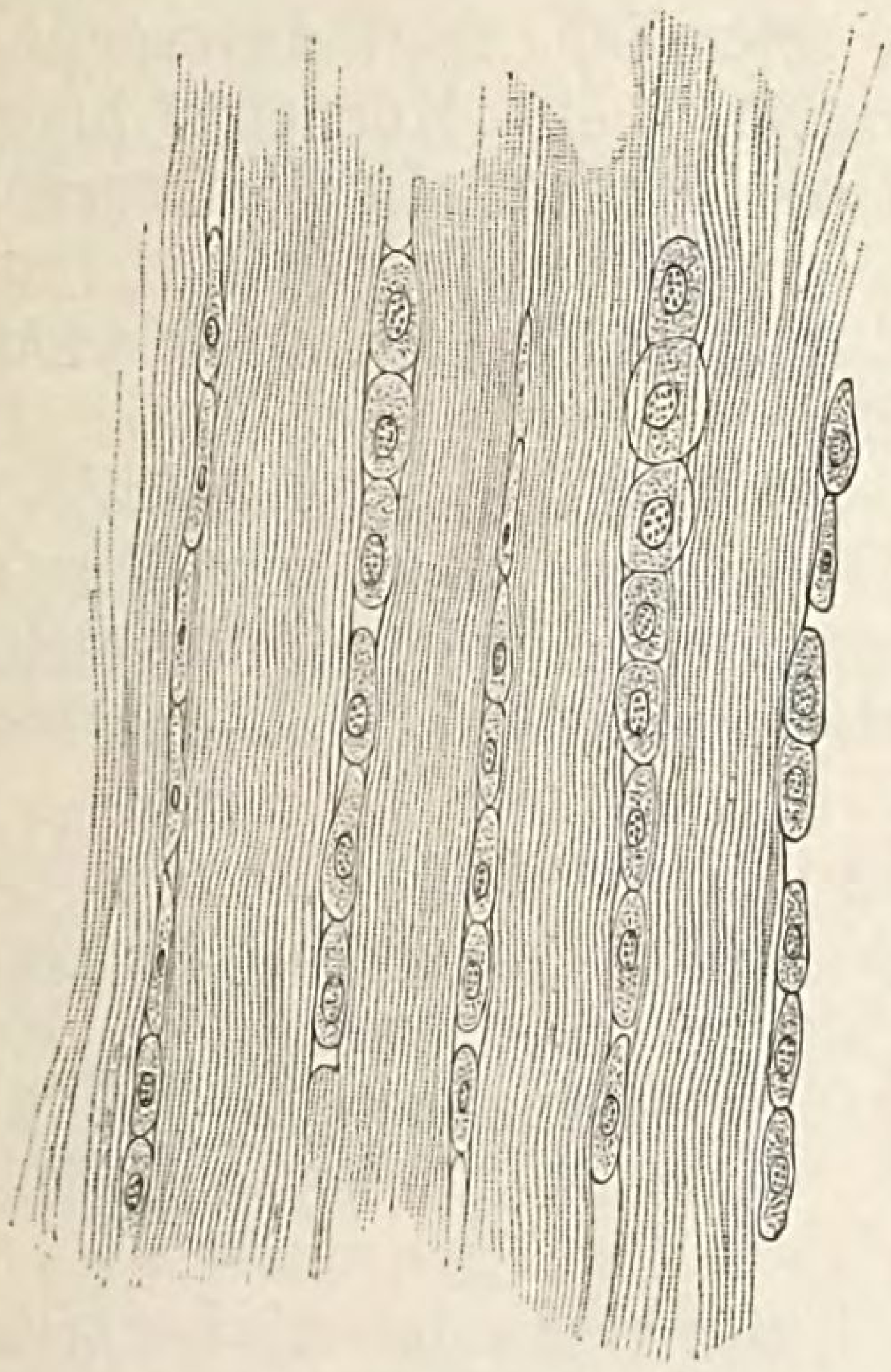


Fig. 42.

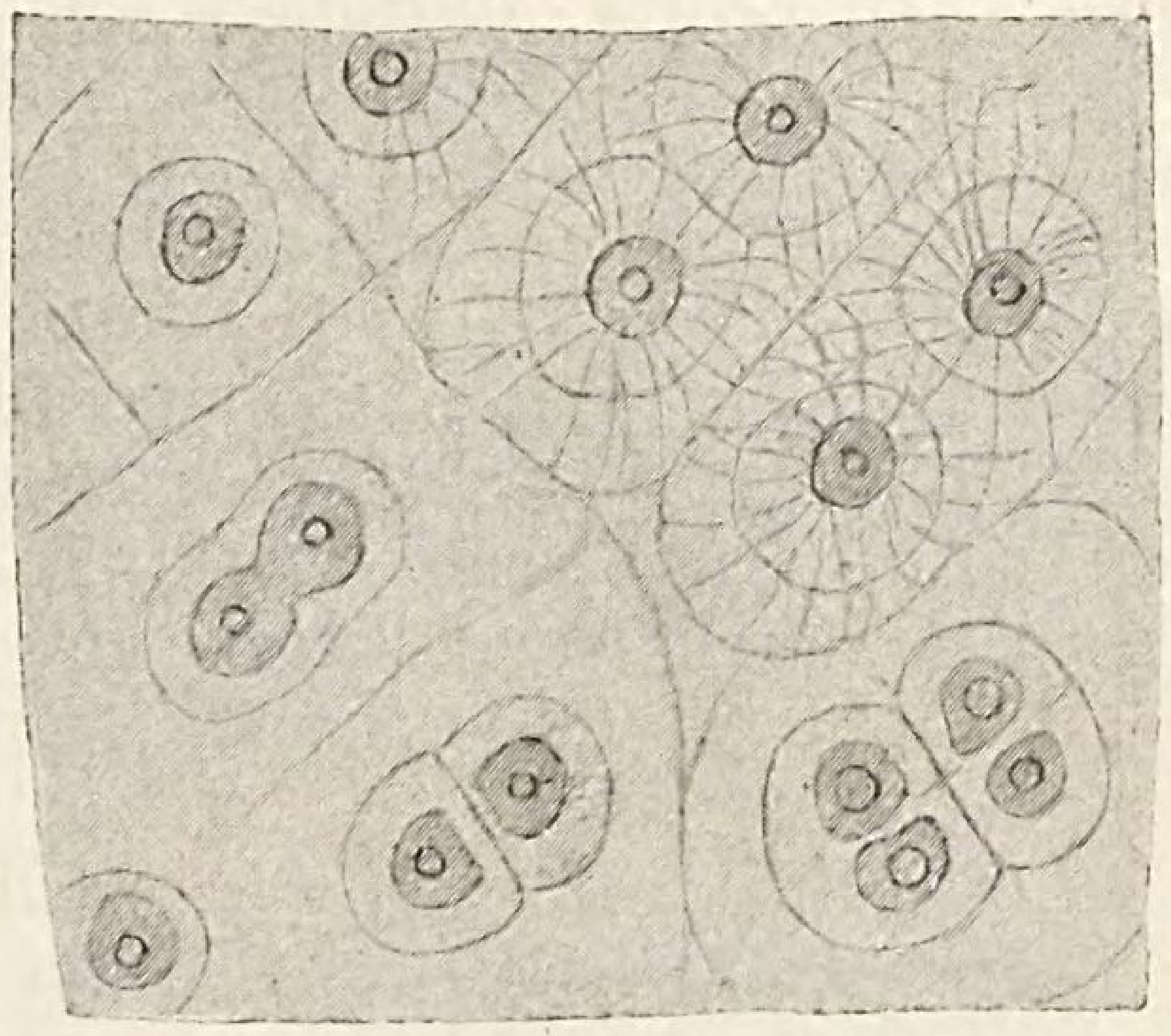


Fig. 41. **Sehnengewebe**, aus dem Längsschnitt einer Sehne, nach GEGENBAUR.

Fig. 42. **Hyaliner Knorpel.** Rechts oben sind die die Knorpelzellen verbindenden Protoplasmafäden dargestellt.

Fig. 43.

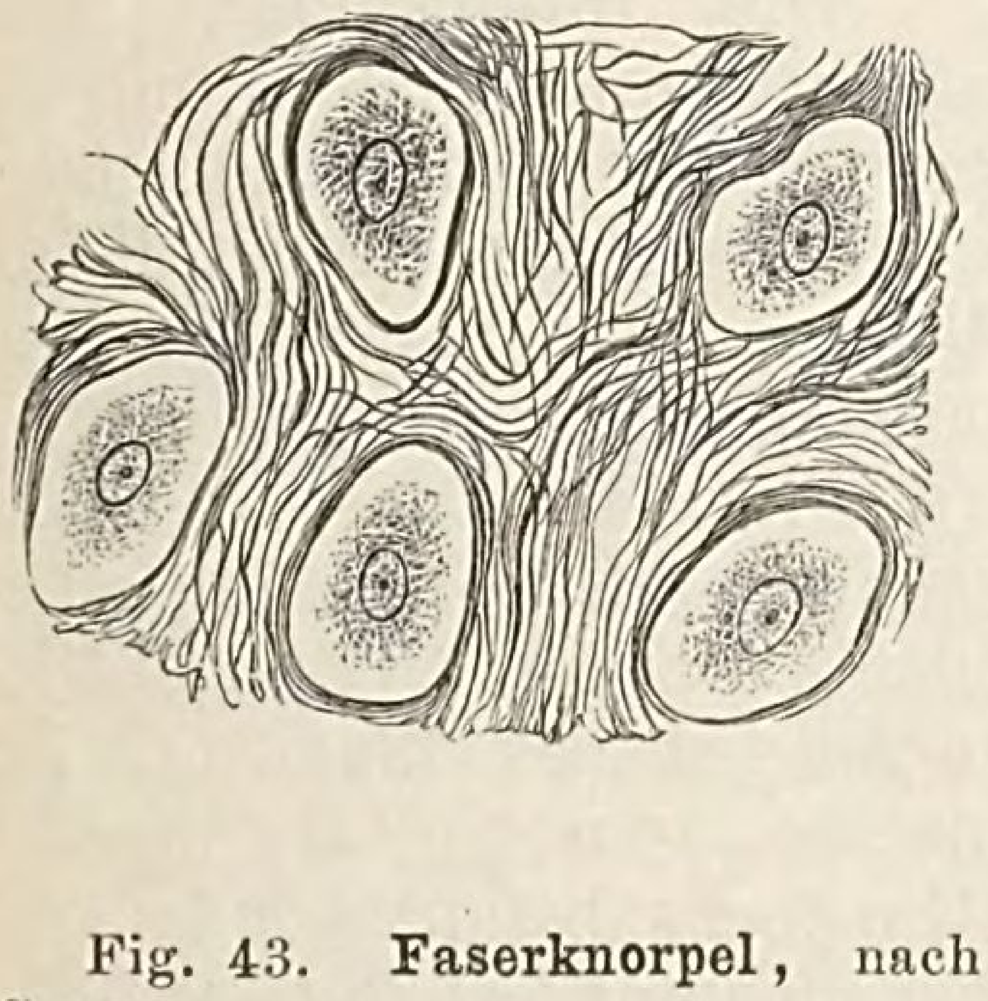


Fig. 44.

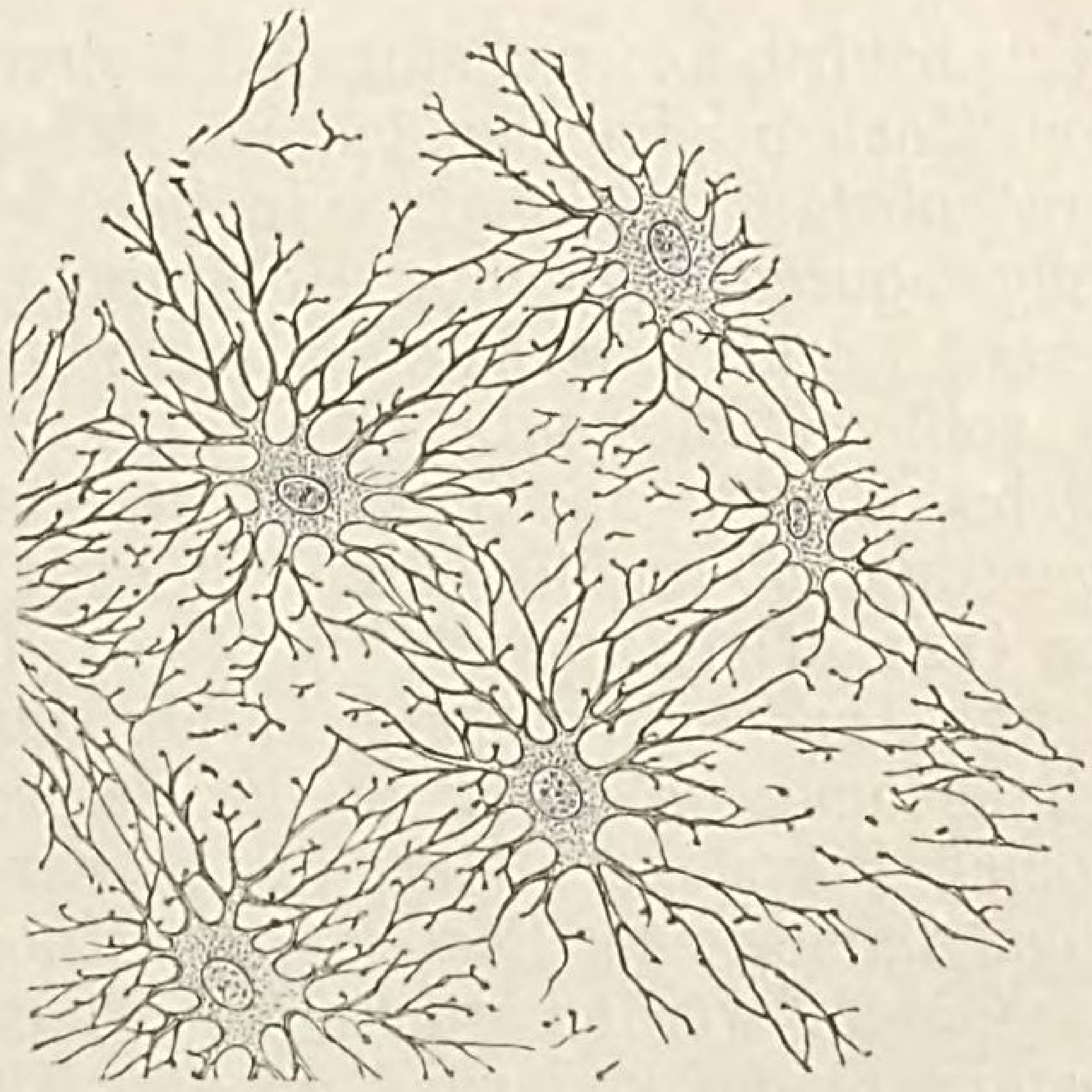


Fig. 43. **Faserknorpel**, nach CLAUS.

Fig. 44. **Knochenzellen**, nach GEGENBAUR.

gebildeten hinzugesellen. — Das faserige Bindegewebe kann eine mehr lockere, oder eine mehr straffe Beschaffenheit (z. B. im Sehnengewebe, Fig. 41) haben. Die Fasern quellen bei Behandlung mit Säuren oder Alcalien. Sind sie elastisch, netzförmig verbunden und quellen sie unter dem Einflusse von Säuren oder Alcalien nicht, so haben wir das elastische Bindegewebe vor uns.

Die Bindegewebszellen können durch Einlagerung von Farbstoffen zu Pigmentzellen werden.

Das Knorpelgewebe veranschaulicht sehr schön den Bau und die Entstehung eines echten Bindegewebes. Die Zellen bleiben meist rundlich. Sie scheiden eine durch eigenes Wachsthum immer dicker und mächtiger werdende Membran aus, welche schliesslich mit derjenigen benachbarter Zellen verschmilzt und eine ziemlich feste Intercellularsubstanz, die Knorpelsubstanz, bildet, welche beim Kochen Chondrin giebt. Die Knorpelzellen fahren fort sich zu theilen; die Tochterzellen umgeben sich selbst wieder mit Membranen. Bisweilen lassen sich noch die Membranen mehrerer Generationen unterscheiden, um so weniger deutlich freilich, je älter sie sind (Fig. 42).

Ist die Knorpelsubstanz homogen, structurlos, so haben wir den hyalinen Knorpel, ist sie faserig, so spricht man von Faserknorpel. Auch beim Knorpelgewebe scheint die Intercellularsubstanz von allerfeinsten Fortsätzen der Knorpelzellen durchzogen zu werden, die wahrscheinlich schon bei der Ausscheidung der ersten Membran vorhanden waren. Durch Auftreten von Kalksalzen in der knorpeligen Intercellularsubstanz entsteht der verkalkte Knorpel.

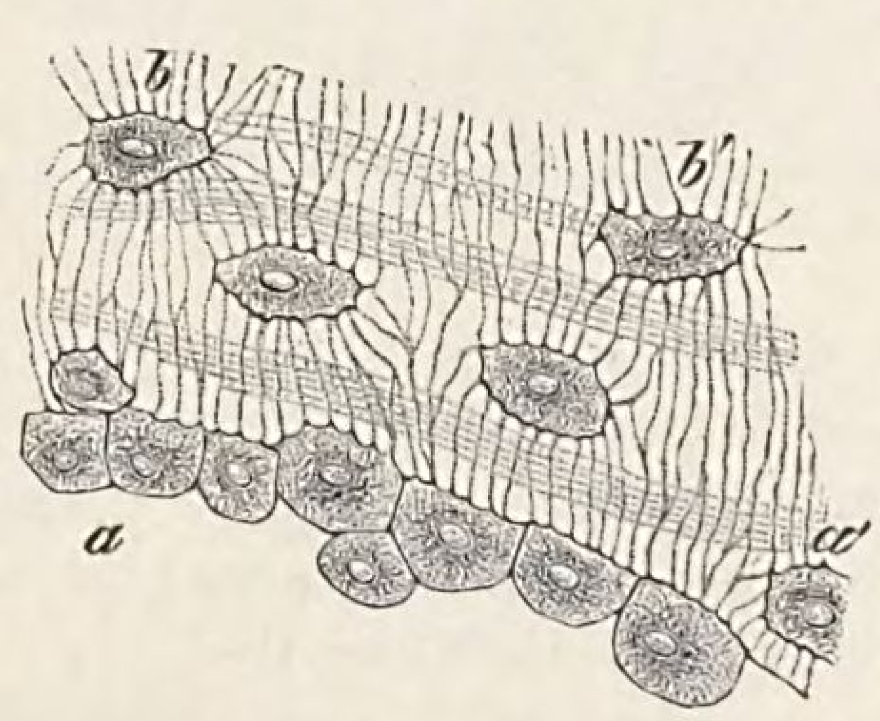


Fig. 45. **Knochengewebe.** *a* Osteoblasten; *b* Knochenzellen. Nach GEGENBAUR.

Das Knorpelgewebe wird vermöge seiner festen Beschaffenheit bei Wirbelthieren und einigen Wirbellosen als Stützgewebe verwandt.

Das Knochengewebe bildet das Stützgewebe der Wirbelthiere par excellence. Die Intercellular- oder Knochensubstanz erscheint durch eine Verbindung von Kalksalzen mit der durch Kochen leimgebenden, bei Behandlung mit Säuren zurückbleibenden Grundsubstanz steinhart. In ihm finden sich zerstreut, zu parallelen, häufig concentrisch um Hohlräume gestellten Lagen angeordnet die überaus reichlich verästelten und mit ihren Ausläufern zusammenhängenden zelligen Elemente (Knochenzellen) (Fig. 44). Das Knochengewebe entsteht aus zu Strängen oder flächenartig ausgebreiteten Lagen angeordneten, indifferenten Bindegewebszellen, die als Bildungszellen oder Osteoblasten (Fig. 45 a) des Knochengewebes fungiren. Sie erzeugen nach einer Seite, häufig gegen Knorpelmassen hin, die sie verdrängen und an deren Stelle sie treten, Knochensubstanz, indem sie zugleich Fortsätze bilden, die in der Knochensubstanz erhalten bleiben. Indem immer neue Massen von Knochensubstanz von den Osteoblasten aus gebildet werden, rückt ein Theil der letztern ganz in die Knochensubstanz hinein und wird zu den Knochenzellen.

Nahe verwandt mit dem Knochengewebe ist das Zahnbeingewebe oder Dentin. Hier treten die Bildungszellen (Odontoblasten) nicht in die von ihnen ausgeschiedene Zahnbeinsubstanz ein; sie verharren vielmehr alle an deren Basis, senden jedoch zahlreiche feine, sich verästelnde, parallel verlaufende Fortsätze (Fasern) in sie hinein, die in ebenso vielen Kanälchen derselben liegen. Die Fasern stehen mit einander durch feine Anastomosen in Verbindung.

Das Knochengewebe zeigt, wie aus dem Vorstehenden erhellt, in seiner Genese viel Aehnlichkeit mit dem Secretgewebe. Das Dentin mit epithelialen Cuticularbildungen.

Die in einer Blut-, Lymph- oder Leibeshöhlenflüssigkeit schwimmenden Blut- und Lymphzellen der Thiere entstehen anfangs aus Bindegewebszellen. Man hat das Blut auch als ein flüssiges Bindegewebe bezeichnet, wobei die Blutflüssigkeit einer Intercellularsubstanz, die Blutkörperchen den Bindegewebszellen entsprechen würden. Lymphkörperchen zeigen häufig amöboide Beweglichkeit und sind im Stande, festere Stoffe in sich aufzunehmen (z. B. Produkte der Excretion, Nahrungsstoffe, Eiterungsprodukte, Fremdkörper).

III. Das Muskelgewebe und IV. das Nervengewebe.

Die Elemente dieser beiden Gewebsformen gehen ebenfalls ursprünglich aus Epithelzellen hervor. Beide Gewebe treten gleichzeitig im Thierreich auf und sind in ihrem Vorkommen auf einander angewiesen. In seiner einfachsten Form tritt uns das **Neuro-Muskelgewebe** bei niederen Coelenteraten (z. B. Hydra) entgegen. Hier finden sich im äusseren Epithel Zellen, die nach innen in Fortsätze übergehen, welche dicht unterhalb des Epithels eine Schicht von Fasern bilden. Diese Fasern sind contractil und stellen Muskelfortsätze der Epithelzelle dar. Letztere, welche den Kern birgt, nimmt mit ihren Genossen an der Begrenzung der Oberfläche des Körpers Theil. Sie vermittelt die Beziehungen zur Aussenwelt, indem sie zur Aufnahme äusserer Eindrücke befähigt sein dürfte. Der durch solche Eindrücke erzeugte Reiz wird durch das Plasma der Zelle auf die Muskelfortsätze übertragen, die auf den Reiz hin sich contrahiren. Die Zellen mit ihren Fortsätzen werden dem entsprechend als Neuromuskelzellen gedeutet. In ihnen ist die Hauptfunktion des Nerven- und Muskelgewebes in allgemeinster indifferentester Weise auf zwei verschiedene Theile einer und derselben Zelle localisirt. In Folge der innigen Verbindung der Zellenleiber der Neuromuskelzellen dürfte ein local erzeugter Reiz von einer oder mehreren Zellen auf die benachbarten und dadurch auf die Muskelfortsätze derselben übergeleitet werden. Das Princip der Arbeitstheilung liefert auch hier wieder den Schlüssel zum Verständniss der weiteren Differenzirungen des Neuromuskelgewebes. Ein Theil der Neuromuskelzellen übernimmt vorwiegend die Funktion der Contractilität; der grösste Theil ihres Protoplasmas differenzirt sich in contractile Substanz; ein anderer Theil der Neuromuskelzellen, mit den erstern in inniger organischer Verbindung bleibend, übernimmt die Funktionen der Aufnahme äusserer

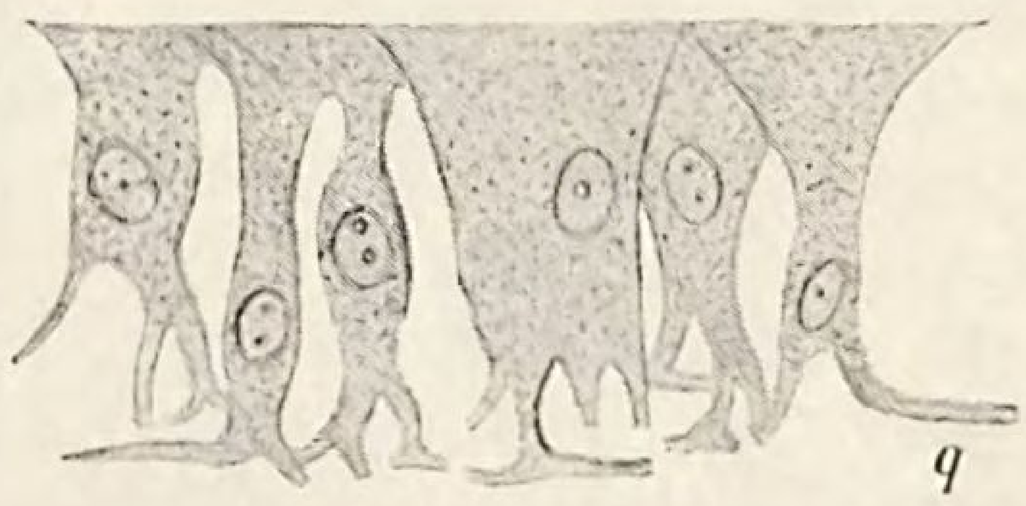


Fig. 46. **Neuromuskelzellen von Hydra**, nach KLEINENBERG. *q* Muskelfortsätze derselben.

Eindrücke, der Umwandlung derselben in Sensationen und der Weiterleitung der Reize auf die musculösen Elemente.

Dem entsprechend tritt das **Muskelgewebe** in seiner einfachsten Form auf als ein System von Epithelmuskelzellen (Fig. 47 a). Es sind Zellen, welche noch im Epithel liegen, aber nicht mehr an der Begrenzung der Körperoberfläche theilnehmen. Nach innen zu bilden sie muskulöse Fortsätze, welche unter dem Epithel verlaufen. Von Neuromuskelzellen unterscheiden sie sich dadurch, dass ihre Hauptfunktion die der Contractilität ist, dass ihr Zellenleib nicht mehr als Neuraltheil funktionirt. Dieser Zellenleib erscheint dann nur noch als ein Rest der ursprünglichen Bildungssubstanz der Fasern; er liegt in der Tiefe zwischen die übrigen Epithelzellen eingekeilt. So wird eine Neuromuskelzelle zu einer epithelialen Muskelfaser mit anliegendem, den Kern bergendem Protoplasmakörper. Von hier bis zu den subepithelialen Muskelfasern (Fig. 47 b) ist ein kleiner Schritt.

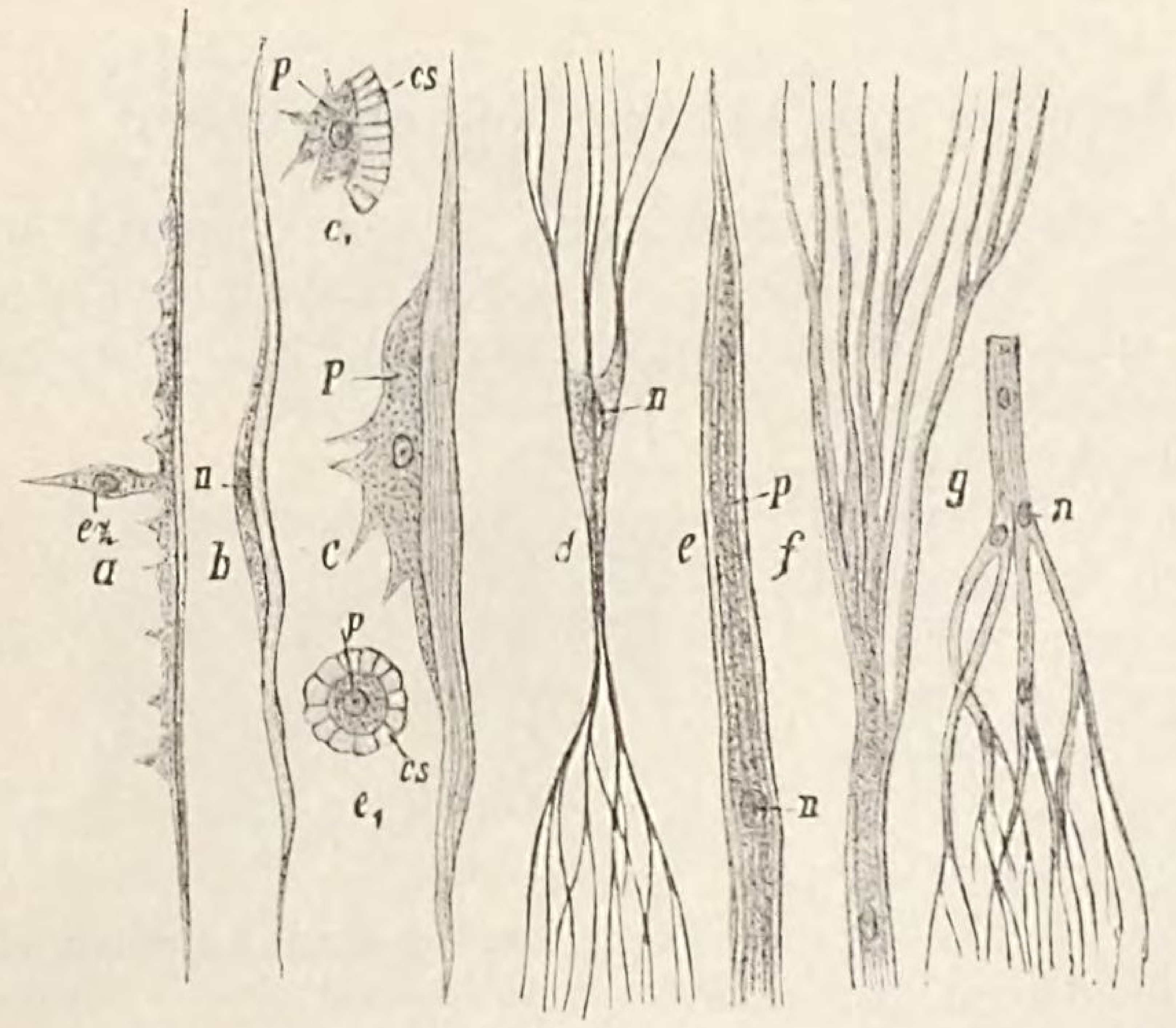


Fig. 47. **Muskelfasern.** *a* Epithelmuskelzelle (*ez*) mit Faser; *b* subepitheliale Muskelfaser mit anliegendem Protoplasmakörper; beide von Cnidarien. *c* Längs-Muskelfaser eines Nematoden; c_1 dieselbe im Querschnitt, *e* einer Hirudinee, e_1 dieselbe im Querschnitt. *d* dorsoventrale Muskelfaser einer Meeresplanarie; *f* dieselbe von einer Hirudinee. *g* verästelte Muskelfaser aus der Gallerte einer Ctenophore. *p* Protoplasma, oder bei *e* und e_1 Marksubstanz, *cs* contractile Substanz, *n* Kern.

Diese liegen nicht mehr in, sondern unter dem Epithel. Sie bestehen aus einer contractilen Faser, welche in ihrer ganzen Länge auf der dem Epithel angrenzenden Seite einen spärlichen Belag von Protoplasma trägt.

In andern Fällen, z. B. bei Ctenophoren, können Epithelzellen aus ihrem Verbande austreten und in die unter dem Epithel ausgeschiedene Gallerte eintreten. Hier wachsen sie zu häufig an beiden Enden verästelten Fasern aus (Fig. 47 g), deren Protoplasma sich zu einer contractilen Substanz umwandelt. Solche Fasern werden als mesenchymatöse Muskelzellen den epithelialen Muskelzellen gegenüber gestellt.

Die vorstehenden Differenzirungen des Muskelgewebes zeigen sich innerhalb der Abtheilung der Cnidarien. Verschiedene Formen von Muskelelementen können hier bei einem und demselben Thier zugleich vorkommen.

Wenn auch durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass die Muskelfasern auf gewisse direkte Reize durch Contractionen zu reagiren vermögen, so ist doch im Allgemeinen für die Muskelfasern charakteristisch, dass

sie nur auf durch Nervenelemente übermittelte Reize hin sich contrahiren.

Im Allgemeinen unterscheidet man bei den Thieren zwei Haupttypen von Muskelfasern: 1. die glatten und 2. die quergestreiften.

Die glatten Muskelfasern sind fast immer einfache Muskelzellen. Eine einzige Zelle betheiligt sich an der Bildung derselben. Die contractile Substanz wird von der Zelle entweder einseitig erzeugt, so dass sie selbst mit dem Kern der Faser an einer Seite äusserlich als Muskelkörperchen angelagert erscheint (Fig. 47 c, c_1). Oder es differenzirt sich die contractile Substanz an der ganzen Oberfläche der Bildungszelle, dann kommen röhrenförmige Muskelfasern zu Stande (Fig. 47 e, e_1). An diesen unterscheidet man die äussere contractile Rindenschicht von der centralen, den Kern enthaltende Marksubstanz, welche die Achse der Muskelfaser ausfüllt und den mehr oder weniger unveränderten Rest des Protoplasmas der Bildungszelle darstellt. Die contractile Substanz der glatten Muskelfasern erscheint oft längsgestreift und lässt sich dann unter Einwirkung geeigneter Reagentien in feine Längsfibrillen auflösen, welche eben diese Längsstreifung hervorbringen. Die glatten Muskelfasern sind hauptsächlich in den Fällen, wo sie einen isolirten Verlauf nehmen, häufig an einem oder beiden Enden verästelt (Fig. 47 d, f). Zu ihnen müssen auch die oben beschriebenen Muskelfasern der Coelenteraten gerechnet werden.

Die quergestreiften Muskeln. Diese gelten als die physiologisch leistungsfähigsten Muskelemente. Schon bei Coelenteraten kommt es vor, dass die contractilen Fasern der Epithelmuskelzellen ein quergestreiftes Aussehen haben. Mehrere Zellen bilden dann gemeinsam viele quergestreifte Fasern. Die quergestreiften Fasern bilden hauptsächlich bei Arthropoden und Wirbelthieren die Hauptmasse der Muskulatur. Sie entstehen aus Muskelbildungszellen, indem der grösste Theil einer solchen Zelle sich zu der quergestreiften Faser differenzirt. Der übrige Theil des Protoplasmas mit dem Kern bleibt häufig an der Oberfläche der Faser zurück. Vielleicht ist es dieser Protoplasmabelag, welcher die die Muskelfaser umhüllende Membran, das Sarcolemm, erzeugt. In fast allen Fällen jedoch vermehrt sich beim Wachsthum und der Differenzirung der Muskelfaser die Zahl der Kerne, so dass diese als vielzellige Gebilde zu betrachten sind, die durch unvollständige Theilung aus einer Zelle hervorgehen. Oft aber betheiligen sich mehrere in einer Linie hinter einander liegende Zellen gemeinsam an der Bildung einer Muskelfaser. Die quergestreifte Muskelfaser erscheint nicht nur quer-, sondern auch längsgestreift. Die Querstreifung kommt durch ein regelmässiges Abwechseln von das Licht einfach und doppelt brechenden Partien zu Stande.

Ueber die feinste Structur der quergestreiften Muskelfaser herrschen zur Stunde noch sehr verschiedene Ansichten. Wir schliessen uns hier der neuerdings von VAN GEHUCHTEN vertretenen, auf die Untersuchung der quergestreiften Muskelfaser der Arthropoden gestützten Anschauung an, weil sie am besten mit der durch neue Untersuchungen begründeten Auffassung vom feinern Baue des Protoplasmas überhaupt in Einklang steht. Nach dieser Anschauung besteht die Muskelfaser wie das Protoplasma der Zellen überhaupt aus einem Netzwerk dichterer feinster Fasern, dem Spongioplasma, und einer dazwischen liegend homogeneren, flüssigeren Sub-

stanz, dem Hyaloplasma. Ersteres wäre contractil und elastisch, letzteres würde nur passiv bewegt. Das Spongioplasma ist nun in der Muskelfaser (Fig. 49 A) äusserst regelmässig angeordnet. Es besteht aus parallelen längsverlaufenden Filamenten, die in regelmässigen Abständen in auf der Längsachse senkrecht stehenden Ebenen durch Querfilamente verbunden sind. Ein in einer solchen Ebene liegender Querschnitt würde eine Platte bilden mit netzförmig angeordneten Filamenten und Hyaloplasma zwischen denselben (Fig. 49 B). Zwischen je 2 aufeinanderfolgenden Querplatten finden sich keine Querverbindungen zwischen den Längsfilamenten, so dass man auf einem

Fig. 48.

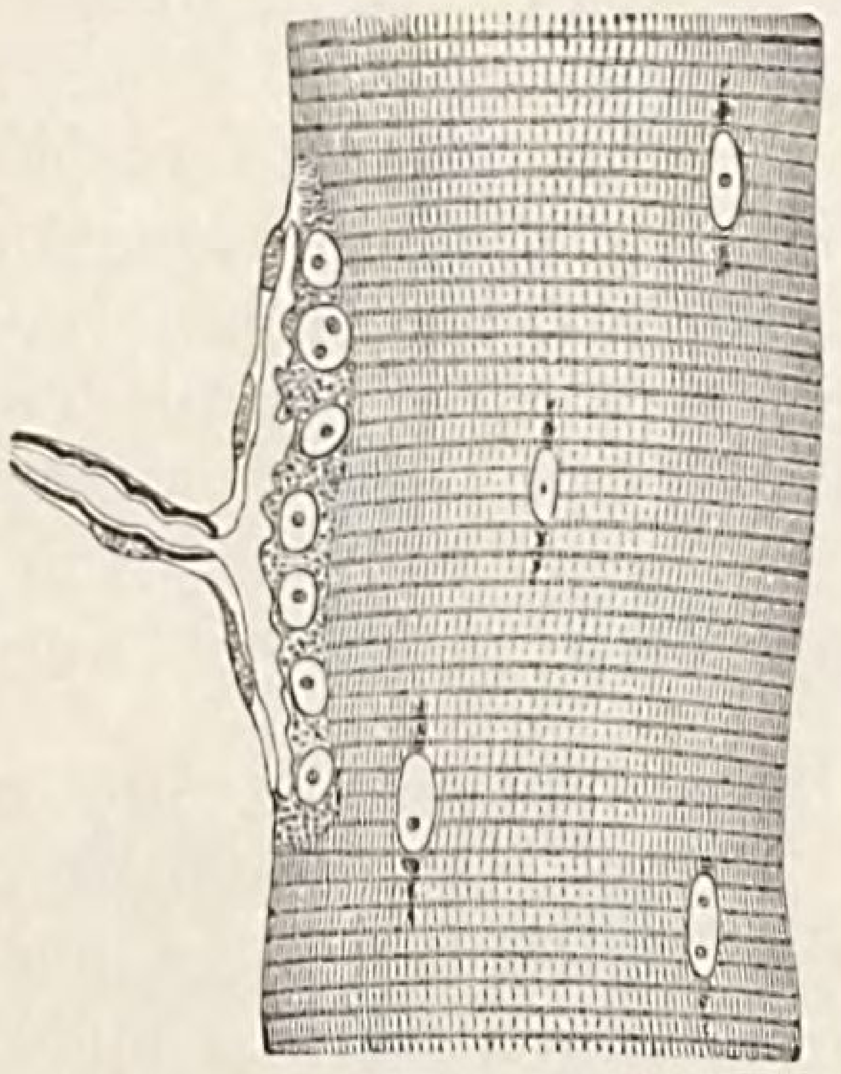
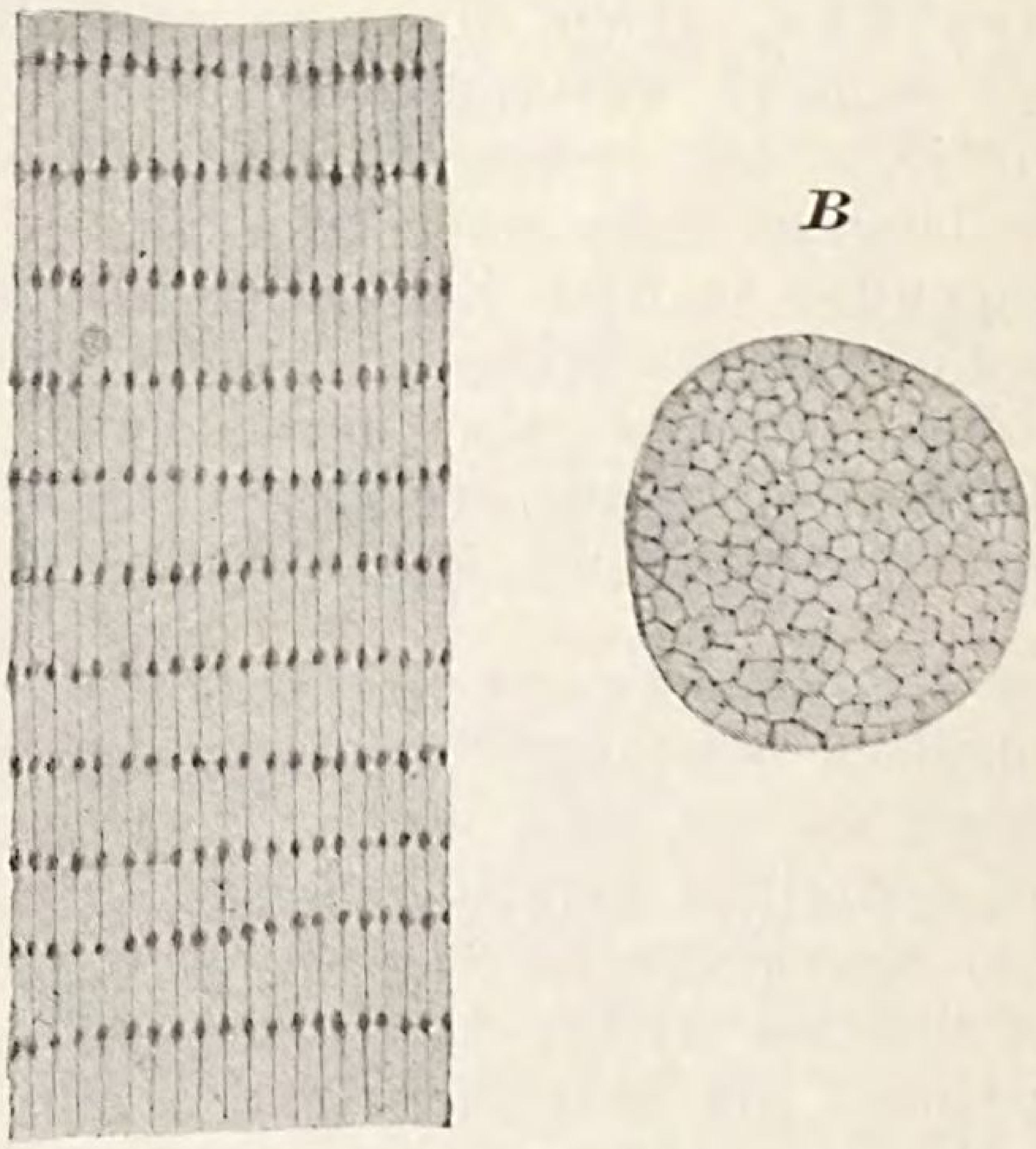


Fig. 49.

A



B

Fig. 48. **Quergestreifte Muskelfaser,** nach GEGENBAUR.

Fig. 49. **Quergestreifte Muskelfaser** eines Arthropoden, nach VAN GEHUCHTEN. *A* Stück von der Seite; *B* im Querschnitt (Querplatte).

zwischen 2 Platten hindurchgeführten Querschnitt der Faser nur die Querschnitte der Längsfilamente sehen würde. Es ist leicht ersichtlich, wie durch eine solche Anordnung der feinsten Theile das quer- und längsgestreifte Aussehen der Faser hervorgerufen wird.

Die Muskelfasern contrahiren sich auf von motorischen Nervenfasern übertragene Reize hin. Sie stehen deshalb immer mit den Enden solcher Nervenfasern in hier nicht näher zu besprechender Weise in Verbindung.

Muskelfasern, durch Bindegewebe vereinigt, treten zu Muskelbündeln, Muskellamellen, Muskelröhren zusammen. Diese können wieder zu Schichten oder zu dickern Muskelsträngen vereinigt sein.

Die Muskelfasern, sowohl die glatten, wie die quergestreiften, entstehen noch bei manchen höheren Metazoen aus Epithelien, bei vielen aber sind die Muskelbildungszellen (Myoblasten) Abkömmlinge von Zellen,

die sich schon frühzeitig in der Entwickelung aus einem Epithel unter dasselbe eingesenkt haben. Bei einem und demselben Thier können beide Bildungsweisen vorkommen.

Das Nervengewebe.

Wie aus Neuromuskelzellen reine Muskelelemente dadurch entstanden zu denken sind, dass allmählich bei einem Theil derselben das Protoplasma sich vornehmlich in contractile Substanz differenzirte und so die Muskelfunktion auf Kosten der andern den Neuromuskelzellen zukommenden in den Vordergrund trat, so konnten Nervenelemente aus ihnen hervorgehen, indem bei ihnen der contractile Theil der Zelle zurücktrat und sich der Neutraltheil weiter differenzirte. Wir können uns vielleicht die einfachen Sinneszellen des Körperepithels niederer Metazoen so entstanden denken, immer unter der Voraussetzung, dass sie mit benachbarten contractilen Elementen in Verbindung blieben, sei es durch einfachen Contact, sei es durch Fortsätze. So konnte ein von den Sinneszellen empfangener Reiz auf die Muskelzellen übertragen werden. Die Sinneszellen sind Epithelzellen, welche gewöhnlich durch ein zartes nach aussen vorragendes, meist unbewegliches Haar, ein Sinneshaar, ausgezeichnet sind. Die Arbeitstheilung konnte dann weitergehen. Einzelne mit andern Sinneszellen und mit Muskelzellen in Contakt befindliche Sinnes- oder Nervenzellen indifferentester Art konnten ihre Verbindung mit der Körperoberfläche aufgeben und in die Tiefe des Epithels hineinsinken, dabei die Rolle eines Vermittlers zwischen Sinneszellen und Muskelzellen spielend (Fig. 50) und den von den erstern empfangenen Reiz auf die letztern übertragend. Solche Zellen finden sich bei zahlreichen Coelenteraten. Sie werden hier schon als Ganglienzellen bezeichnet. Sie besitzen Fortsätze, mit denen sie sowohl unter einander, als mit den Sinneszellen und Muskelfasern in Verbindung stehen. Sie stellen sich als die Centralelemente des Nervensystems dar; in ihnen werden die von den Sinneszellen überkommenen Eindrücke zu Empfindungen, die sich in Willensimpulse umwandeln können; von ihnen gehen die Reize aus, auf welche hin die Muskelfasern sich contrahiren.

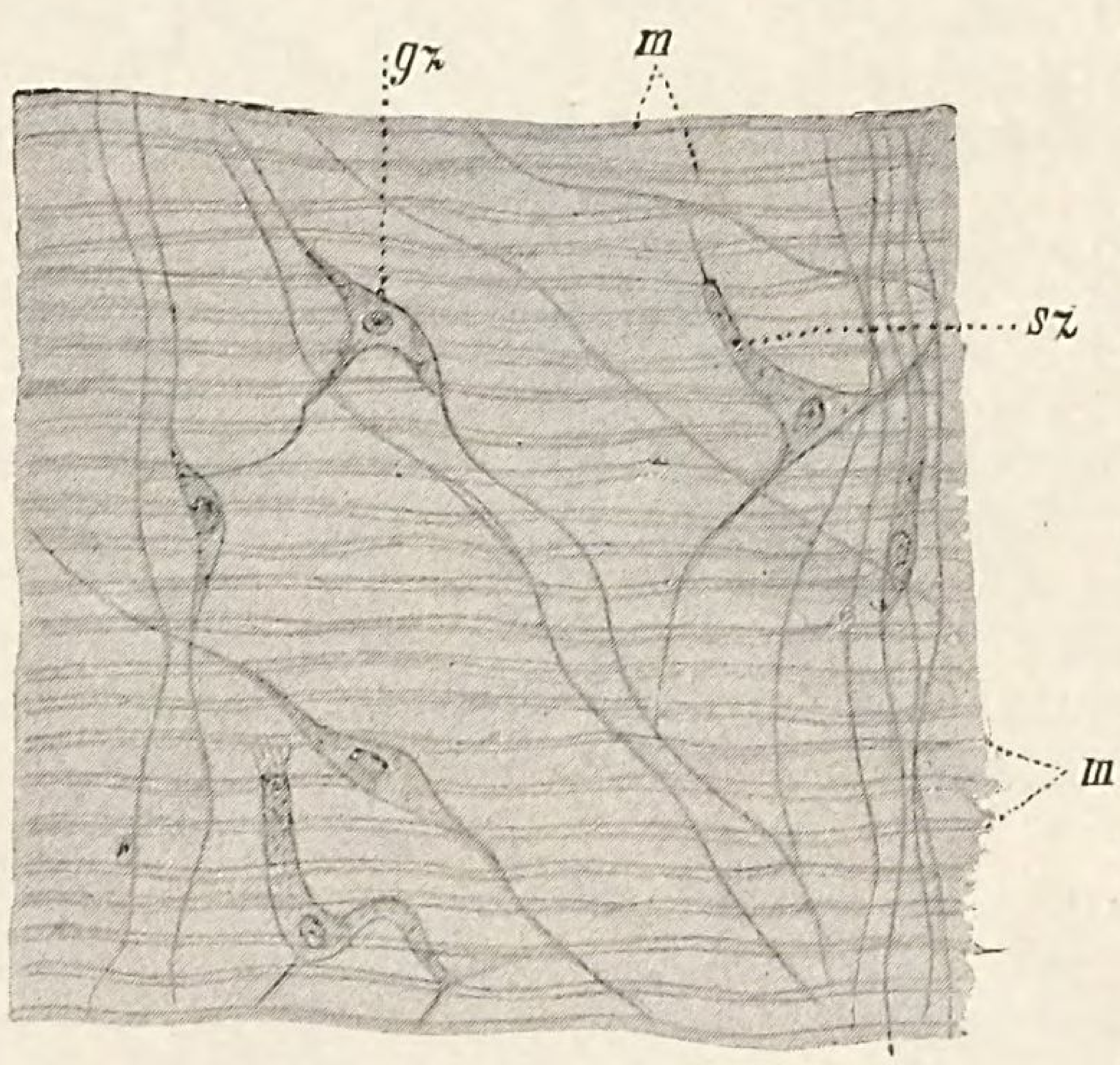


Fig. 50. **Stück einer Muskellamelle des Septum einer Actinie** (Anthea cereus) mit Nervenplexus, nach O. u. R. Hertwig. *m* Muskelfasern, *sz* Sinneszelle mit Sinneshaar, *gz* Ganglienzelle.

Schon bei einigen Coelenteraten, ganz besonders aber bei den über diesen stehenden Thieren complicirt sich das Nervensystem. Zwischen

den Centraltheilen, den Ganglienzellen einerseits und den Sinneszellen und Muskeln anderseits sind hier Nervenzellen eingeschaltet, welche, indem sie sich faserförmig strecken, zu Nervenfasern werden. Sie übernehmen ausschliesslich die Funktion der Leitung von Sinneseindrücken von den Sinneszellen zu den Ganglienzellen und der Leitung von Reizen von den Ganglienzellen zu den Muskelfasern.

Fig. 51.

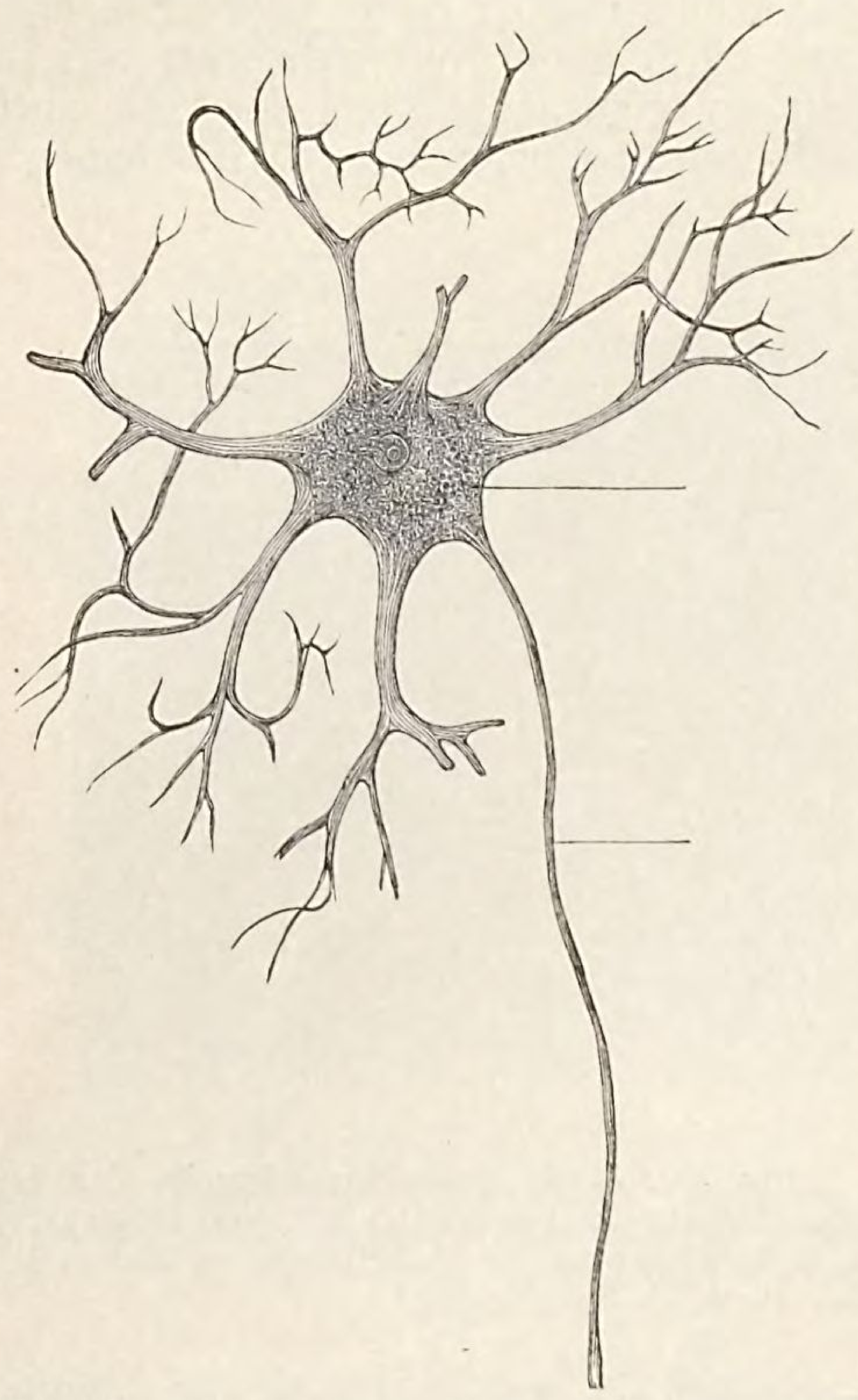


Fig. 52.

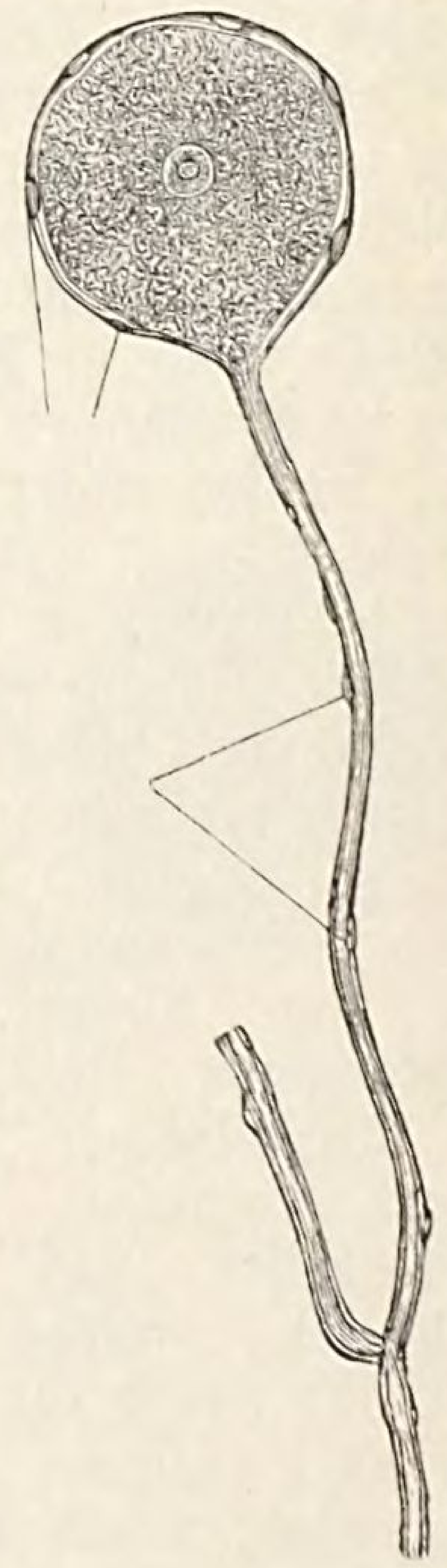


Fig. 51. **Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarkes des Menschen**, nach GEGENBAUR.

Fig. 52. **Ganglienzelle aus einem Spinalganglion des Menschen**, nach GEGENBAUR.

Ausserdem erscheinen die Ganglienzellen nicht mehr in zerstreuter, plexusartiger Anordnung, sondern sie vereinigen sich räumlich zu Massen, welche man als Centralorgane des Nervensystems bezeichnet, z. B. das Gehirn. Auch die Nerverfasern vereinigen sich zu Nerven. Man unterscheidet zweierlei Nervenfasern: 1. Sensible Nervenfasern, welche die Sinneseindrücke von den peripheren Sinneszellen zum Centralorgan leiten. 2. Motorische Nervenfasern, welche Reize von dem Centralorgan zu den Muskeln leiten. Auch die Mehrzahl von Sinneszellen verharren nicht mehr in ihrem ursprünglich indifferenten

Zustande. Es tritt auch hier Arbeitstheilung ein. Einzelne erscheinen ganz besonders zur Aufnahme von Licht und Farbeeindrücken geeignet, andere zur Aufnahme von Schallwellen, noch andere empfangen Geruchs- und Geschmackseindrücke. Auf dem indifferentesten Zustande verharren noch die Tast- oder Gefühlszellen. Viele Sinneszellen, die zur Aufnahme einer und derselben Qualität von Reizen befähigt sind, treten unter Hinzuziehung von Hülfsgeweben und Hülfsapparaten zu complicirten Sinnesapparaten zusammen, den specifischen Sinnesorganen: Sehorgan, Gehörorgan, Geruchsorgan, Geschmacksorgan, Tastorgan.

Die Ganglienzellen besitzen einen oder mehrere Fortsätze (unipolare, bipolare, multipolare Ganglienzellen), von denen einer oder mehrere in die Nervenfasern übergehen, während andere vielleicht nur zur Ernährung der Ganglienzelle dienen. Der Fortsatz einer unipolaren Ganglienzelle theilt sich früher oder später wieder zum mindesten in 2 Aeste, einen motorischen und einen sensibeln. Die Ganglienzellen können (oft nur in peripherischen Gangliencentren) in bindegewebige Hüllen eingeschlossen sein.

Die Nervenfasern können sich vielfach verästeln und sind häufig der Länge nach fein gestreift. Sie sind entweder nackt — bei einigen niedersten Metazoen — oder von einer Scheide, dem Neurilemm, umhüllt, welche vom umgebenden Bindegewebe geliefert wird. Wenn viele Nervenfasern zu einem Nerven zusammentreten, so sind bei allen höhern Thieren die einzelnen Fasern durch solche Scheiden von einander getrennt, deren Gesammtheit dann auf Querschnitten den Eindruck eines spongiösen Gewebes macht, in dessen grössern oder kleinern Maschen die Querschnitte der Nervenfasern liegen. Das Neurilemm setzt sich meist nicht auf die Ganglienzellen fort.

Ganz besonders bei den Wirbelthieren hat man ferner zwei Arten von Nervenfasern unterschieden: 1. Die marklosen, welche einfach bleiben, und 2. die markhaltigen, bei denen sich an der Faser zwei Theile, eine äussere fetthaltige, röhrenförmige Markscheide und ein von dieser umhüllter Faden, der Achsencylinder, unterscheiden lassen. Beim Uebergang in eine Ganglienzelle geht letzterer allein in den Fortsatz derselben über; er allein stellt die Leitungsbahn dar. Sowohl die marklosen als die markhaltigen Nervenfasern sind in bindegewebigen Neurilemmscheiden eingeschlossen.

Bei vielen niedern Thieren bleibt das Nervensystem zum grössten Theil an seiner ursprünglichen Bildungsstätte, im Körperepithel. Da dasselbe fernerhin bei den höhern Thieren durch die Sinnesapparate an das Körperepithel gebunden ist, so verstehen wir, weshalb es auch bei den höchsten Thieren in seiner individuellen Entwickelung aus der embryonalen äussern Epithelschicht hervorgeht.

Litteratur.

Th. Schwann. *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin* 1839.

A. Kölliker. *Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen.* 1850—54. 3 *Theile.*

Derselbe. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. *Auflage. Leipzig* 1867.

F. Leydig. *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt* 1857 (*grundlegendes Werk*).

Derselbe. Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864, *Bd. I mit Atlas.*

C. Frommann. *Zur Lehre von der Structur der Zellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Bd. IX,* 1875.

W. Flemming. *Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung. Leipzig* 1882.

H. Frey. *Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen.* 3. *Aufl. Leipzig* 1870.

L. Ranvier. *Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von Nicati und v. Wyss. Leipzig* 1877.

H. Fol. *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie. Leipzig* 1884. *Bis jetzt nur die erste Lieferung erschienen, welche über die mikroskopische Technik handelt.*

Ph. Stöhr. *Lehrbuch der Histologie.* 2. *Auflage. Jena* 1888.

II. KAPITEL.

Einleitung in das Studium der Metazoen. Die Coelenteraten oder Zoophyten als niederste Metazoen mit wesentlich zweiblättrigem Bau. Die Dotterfurchung und Bildung der beiden primitiven Keimblätter der Metazoen (Gastraeatheorie).

Einleitung.

Den Protisten oder Protozoen stellt man die echten Thiere oder Metazoen gegenüber. Während bei den erstern der Körper aus einer einzigen Zelle besteht oder aus mehreren gleichartigen Zellen (abgesehen von Volvox), von denen aber jede befähigt ist, alle Funktionen des Lebens auszuführen (Zellcolonie), besteht der Körper bei allen Metazoen immer aus einer Mehrzahl von Zellen, die nicht alle gleichartig sind, die sich vielmehr in die verschiedenen Lebensarbeiten getheilt haben (Zellenstaat). Die Arbeitstheilung kann mehr oder weniger weit gehen und danach beurtheilt man den Grad der morphologischen Complication und der physiologischen Vollkommenheit der Thiere. Wir kennen Thiere, die sich morphologisch (dem Baue nach) und physiologisch (den Lebensverrichtungen nach) nur wenig hoch über Protozoencolonien erheben.

Solche Thiere sind z. B. die Hydren. Ihr Körper besteht aus nur wenigen verschiedenen Zellenarten: verdauenden Zellen, Neuromuskelzellen, Nesselzellen, Bildungszellen von Eiern und Samenfäden. Alle diese Zellenarten sind aber für den Bestand des Hydrakörpers unerlässlich; man kann keine von ihnen aus dem Körper entfernen, ohne den Bestand desselben zu gefährden. Der ganze Körper tritt uns also physiologisch wieder als ein Individuum entgegen; aber gegenüber der Zelle als ein Individuum zweiter, höherer Ordnung, als eine Person. Die meisten Thiere bleiben auf dieser Individualitätsstufe stehen. Eine Meduse, ein Spulwurm, ein Krebs, eine Katze ist ein solches Individuum zweiter Ordnung. In manchen Thierabtheilungen aber vermehren sich durch Theilung oder Knospung die Individuen zweiter Ordnung. Die so entstehenden neuen Individuen bleiben aber mit einander körperlich vereinigt und bilden zusammen ein Individuum dritter Ordnung, einen Thierstock. Die einzelnen einen solchen Stock zusammensetzenden Personen können entweder gleichartig bleiben und sie verhalten sich dann zum Stocke ganz ähnlich, wie die Zellindividuen einer Protozoencolonie zu dieser Colonie. Oder es tritt selbst wieder Arbeitstheilung und in Folge dessen eine verschiedenartige

Ausbildung der Körperform und des Baues (Polymorphismus) bei den Personen eines Stockes auf. Dann erscheint ein solcher Stock auch physiologisch wieder als ein Individuum dritter Ordnung. Die Personen erlangen den Werth von Werkzeugen desselben und verhalten sich zu ihm wie die verschiedenartigen Zellelemente einer Person, z. B. einer Hydra, zu dieser. Thierstöcke ohne Arbeitstheilung der Personen sind z. B. die meisten Korallen; solche mit weitgehender Arbeitstheilung und Polymorphismus die Siphonophoren.

Schon bei den niedersten Metazoen sind die Zellelemente nicht etwa ohne besondere Anordnung im Körper zerstreut. Wir sehen vielmehr, dass sie sich schon bei den einfachsten Coelenteraten zu 2 epithelartigen Schichten anordnen, die, dicht aneinanderliegend, die Wandung des schlauchförmigen, mit einer Oeffnung versehenen Körpers bilden. Den physiologischen Leistungen der verschiedenartigen Zellen entsprechend bilden die Nesselzellen, die Neuromuskelzellen die äussere Schicht; während die verdauenden Zellen die innere, der Höhle des Schlauches, d. h. der Darmhöhle zugekehrte Schicht bilden. Geschützt in den tiefern Lagen der äusseren Schicht liegen die Fortpflanzungszellen. Diese beiden Schichten, welche in der Entwickelung aller Metazoen wiederkehren, werden als Ectoderm nnd Entoderm bezeichnet.

Gleichartige oder ungleichartige Zellen oder Gewebe treten also zu Zell- oder Gewebecomplexen zusammen. Solche Complexe bezeichnet man als Organe, wenn die sie zusammensetzenden Zellen oder Gewebe gemeinsam im Dienste einer oder mehrerer Funktionen stehen. Ein primitives Organ ist das Entoderm einer Hydra, dessen sämmtliche Zellen die Verdauung besorgen. Schon complicirtere Organe sind die Tentakeln einer Hydra; sie dienen als Tastorgane, als Waffen und als Organe zum Ergreifen der Nahrung. Zu diesem Behufe enthalten sie Neuromuskelzellen und Nesselzellen. Zum Zwecke ihrer Ernährung führen aus dem Darme mit Entoderm bekleidete Gefässe in sie hinein. So werden die verschiedensten Elemente in den Dienst einer oder weniger Funktionen gezogen, nach denen die Organe benannt werden. Man spricht deshalb von Sinnesorganen, Bewegungsorganen, Athmungsorganen u. s. w.

Es können, zumal bei den höhern Thieren, mehrere gleichartige Organe mit ähnlicher Funktion in einem und demselben Körper vorkommen, dann erscheinen sie als Theile eines Organsystems: Muskelsystem, Gefässsystem, Nervensystem u. s. w.

Mit der Untersuchung der Zusammensetzung des thierischen Körpers aus Zellen, Geweben, Organen u. s. w. beschäftigt sich die feinere und gröbere Anatomie. Diese wird zur vergleichenden Anatomie, wenn sie den Bau des Körpers der Thiere vergleichend betrachtet. Sie steht selbst wieder im Dienste der Zoologie, welche es als eine ihrer Hauptaufgaben ansieht, die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Thiere aufzufinden und den muthmaasslichen Entwickelungsgang der Thierwelt in der Erdgeschichte zu ermitteln. Die vergleichende Anatomie sucht nämlich die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen den Körper der Thiere zusammensetzenden Theile zu bestimmen. Dabei ist ihr Objekt naturgemäss nicht nur der Körper der heute lebenden Thiere, sondern auch der der vorweltlichen Thiere, insofern er uns versteinert erhalten ist; nicht nur der Körper der erwachsenen Thiere, sondern der aller aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien derselben. Denn eine Thierform ist nicht nur charakterisirt durch ihren Bau im erwachsenen, fortpflanzungsfähigen Zustande, sondern

durch den Bau aller diesem vorhergehenden, aufeinanderfolgenden Entwickelungs-Stadien.

Die vergleichende Anatomie betrachtet die Organe, wie gesagt, nur nach ihrem Bau und ihrem verwandtschaftlichen Zusammenhang, nicht nach ihrer physiologischen Leistung. Die Verwandtschaft zweier Organe selbst aber beruht wieder auf ihrer Abstammung von einem und demselben Organe einer gemeinsamen Stammform. Der Nachweis dieser Verwandtschaft begründet die Homologie der Organe bei verschiedenen Thieren. So sind die vordern oder die hintern Extremitäten der Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere einander und den Brust- oder Bauchflossen der Fische homolog, weil diese Organe einen gemeinsamen Ursprung haben. Nicht homolog, sondern nur analog sind die Gliedmaassen der Wirbelthiere und die der Arthropoden, weil diese Organe nicht auf bestimmte Organe einer beiden Gruppen gemeinsamen Stammform zurückgeführt werden können. Sie haben sich erst innerhalb einer jeden dieser Gruppen unabhängig von einander gebildet und die oberflächliche Aehnlichkeit, welche sie zeigen, ist nur ein Resultat der Anpassung derselben an die nämliche Funktion.

Die zoologische Forschung hat gezeigt, dass Organe im Laufe der Zeiten ganz andere Funktionen übernehmen können, als sie ursprünglich ausübten (Princip des Funktionswechsels). Die Luftblase der Fische z. B. ist vorzugsweise ein hydrostatischer Apparat, dessen sich diese Thiere bedienen, um im Wasser zu steigen oder zu sinken. Daneben mag bei einzelnen Fischen die Luftblase auch die Nebenfunktion eines respiratorischen Apparates übernehmen. Diese Nebenfunktion wird nun bei den höhern Wirbelthieren zur Hauptfunktion; aus der Luftblase wird die Lunge und die ursprüngliche Funktion geht ganz verloren. Wichtig für die vergleichende Anatomie sind die sogenannten rudimentären Organe — verkümmerte Organe, die keine für den Organismus nützliche Funktion auszuüben im Stande sind. So sind durch Vererbung erhaltene, aber im Verschwinden begriffene Ueberbleibsel ursprünglich wohl entwickelter funktionell wichtiger Organe. So ist der Processus vermiformis des Menschen ein kümmerlicher Ueberrest eines Darmblindsackes, der bei gewissen tiefer stehenden Säugethieren eine mächtige Entwickelung besitzt und sich energisch an den Funktionen der Verdauung betheiligt.

Wie sind die niedersten, einfachsten Metazoen entstanden zu denken? Auf diese Frage antworten verschiedene Theorien, von denen die Gastraeatheorie ziemlich allgemeine Anerkennung gefunden hat. Diese Theorie stützt sich auf 2 Reihen von Thatsachen.

1. Bei der Entwickelung sehr vieler Metazoen entsteht aus der Eizelle durch successive Theilungen ein innen hohler Haufen von gleichartigen Zellen, welcher seinem Bau nach im Allgemeinen einer Protozoen-Colonie (Volvox, Magosphaera) entspricht. Die Zellen dieses Haufens (Blastula) ordnen sich bei allen Metazoen zu einem zweiblättrigen Keim, und zwar bei vielen in einfachster Weise so, dass sich die Wand der Hohlkugel an einer Stelle einsenkt. Der eingesenkte Theil legt sich von innen an den nicht eingestülpten Theil der Hohlkugel an — so entsteht eine Blase mit zweischichtiger Wandung (Ectoderm und Entoderm). Die innere Schicht, das Entoderm umgrenzt eine Höhle die Urdarmhöhle, welche durch eine Oeffnung, den Urmund oder

Blastoporus, nach aussen mündet. Die äussere Schicht oder das Ectoderm liefert überall die äussere Haut und das Nervensystem der Thiere; die innere das Darmepithel und die aus ihm hervorgehenden Drüsen. Diese Keimform ist als Gastrula bezeichnet worden.

2. Der Körper der niedersten Metazoen, eines einfachsten Coelenteraten z. B., besteht zeitlebens aus zwei Schichten, welche im Wesentlichen mit den beiden Keimschichten der Gastrula übereinstimmen. Die äussere Schicht, das Ectoderm, repräsentirt die äussere Haut; die innere Schicht, das Entoderm, die Epithelwand des Darmkanals. Letztere umschliesst die Darmhöhle, die sich an einer Stelle durch den Mund nach aussen öffnet.

Aus diesen zwei Reihen von Thatsachen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Alle Metazoen stammen von einer gemeinsamen Stammform ab, welche im Wesentlichen den Bau eines niedern Coelenteraten besass. Diese hypothetische Stammform, die Gastraea, tritt bei allen Metazoen als Durchgangsstadium der Entwickelung, als Gastrula auf.

2. Die Gastraea selbst ist in ähnlicher Weise aus einer hohlkugelförmigen Protozoencolonie durch Bildung und allmähliche Vertiefung einer Einsenkung entstanden, wie bei vielen Thieren in der individuellen Entwickelung die Gastrula aus dem hohlen Haufen von Furchungszellen durch Einstülpung hervorgeht.

Haupteintheilung der Metazoen.

A. Der Körper besteht wesentlich aus zwei Schichten, dem Ectoderm und dem Entoderm. Eine mittlere Schicht fehlt entweder oder sie lässt, wo sie vorhanden ist, innige Beziehungen zum Ectoderm oder zum Entoderm, oder zu beiden, erkennen. Darm mit einer einzigen Oeffnung nach aussen (Mund). Eine Leibeshöhle zwischen Darm und Haut fehlt und ebenso fehlen Blutgefässe und Exkretionsorgane. Ein Nervensystem fehlt entweder oder ist da, wo es vorkommt, wenig centralisirt.

II. Kreis oder Stamm des Thierreichs.
Zoophyta oder **Coelenterata**. (Pflanzenthiere).

B. Mit wohl entwickeltem, vom Ectoderm und Entoderm scharf gesondertem Mesoderm. Darm mit einer einzigen Oeffnung (Mund) nach aussen mündend. Leibeshöhle und Blutgefässsystem fehlen. Exkretionsorgane (Wassergefässsystem) vorhanden. Nervensystem centralisirt.

III. Kreis oder Stamm. **Plathelminthes** (Plattwürmer).

C. Mit wohl entwickeltem, vom Ectoderm und Entoderm scharf gesondertem Mesoderm. Darm mit zwei äussern Oeffnungen (Mund und After). Meist mit Leibeshöhle im Mesoderm. Blutgefäss- und Exkretionssystem meist vorhanden. Nervensystem centralisirt.

IV. Kreis oder Stamm. **Vermes**. Würmer.
V. „ „ „ **Arthropoda**. Gliederfüssler.
VI. „ „ „ **Mollusca**. Weichthiere.
VII. „ „ „ **Echinodermata**. Stachelhäuter.
VIII. „ „ „ **Tunicata**. Mantelthiere.
IX. „ „ „ **Vertebrata**. Wirbelthiere.

II. Kreis oder Stamm des Thierreichs.

Zoophyta oder Coelenteraten (Pflanzenthiere).

Systematischer Ueberblick.

I. Klasse. Gastraeadae. Ohne Poren der Leibeswand und ohne Tentakel.

II. „ Porifera oder Schwämme. Mit Poren der Leibeswand, ohne Tentakel.

III. „ Cnidaria oder Nesselthiere. Ohne Poren der Leibeswand, mit Tentakel.

Von den drei Hauptklassen der Coelenteraten zeigen die Gastraeaden im Wesentlichen den Bau einer Gastrula, während die beiden andern Gruppen höher differenzirte Thiere einschliessen, die nach zwei ganz verschiedenen Richtungen auseinandergehen, so dass eine einheitliche Besprechung nicht thunlich erscheint.

I. Klasse.

Die Gastraeaden.

Systematische Uebersicht.

A. Die Physemarien. Haliphysema. Gastrophysema.
B. Die Dicyemiden. Dicyema (Fig. 53).
C. Die Orthonectiden. Rhopalura (Fig. 54).
Anhang. Trichoplax adhaerens (Fig. 55).

Die Gastraeaden sind Thiere, deren Bau im Wesentlichen dem einer Gastrula entspricht. Bei den einen Formen erscheint die Organisation etwas complicirt; bei den andern, wohl in Anpassung an die parasitische Lebensweise, etwas vereinfacht. Die Physemarien sind 2-schichtige Schläuche, die mit dem der einzigen Oeffnung des Schlauches entgegengesetzten Körpertheil auf dem Meeresboden festsitzen. Das Ectoderm besteht aus verschmolzenen Zellen (Syncytium), das

Fig. 53.

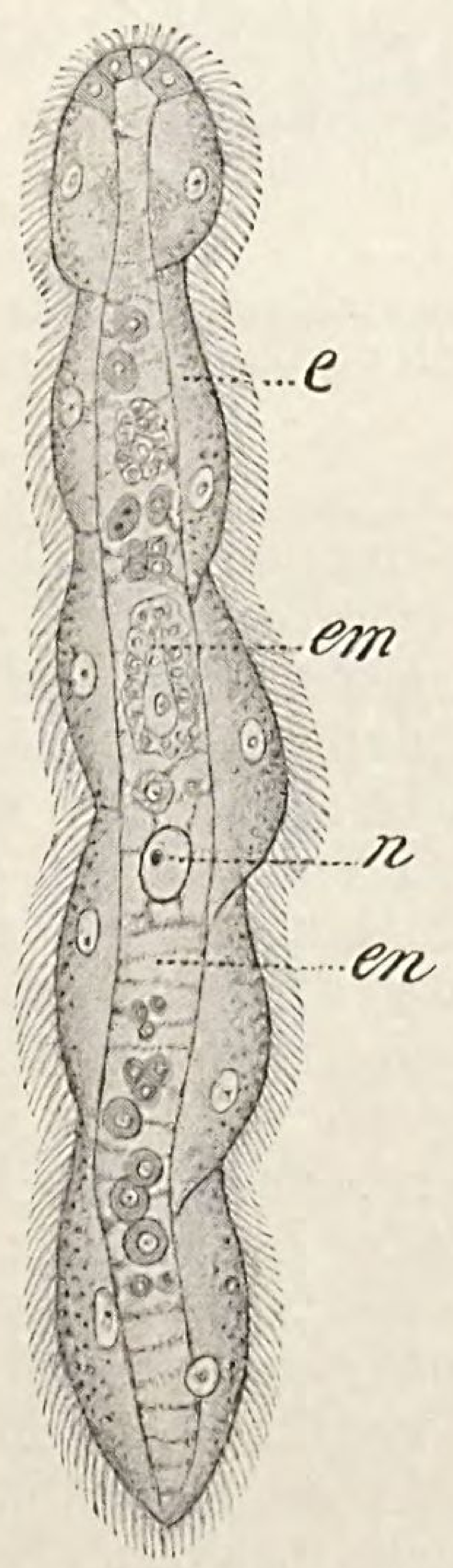


Fig. 54.

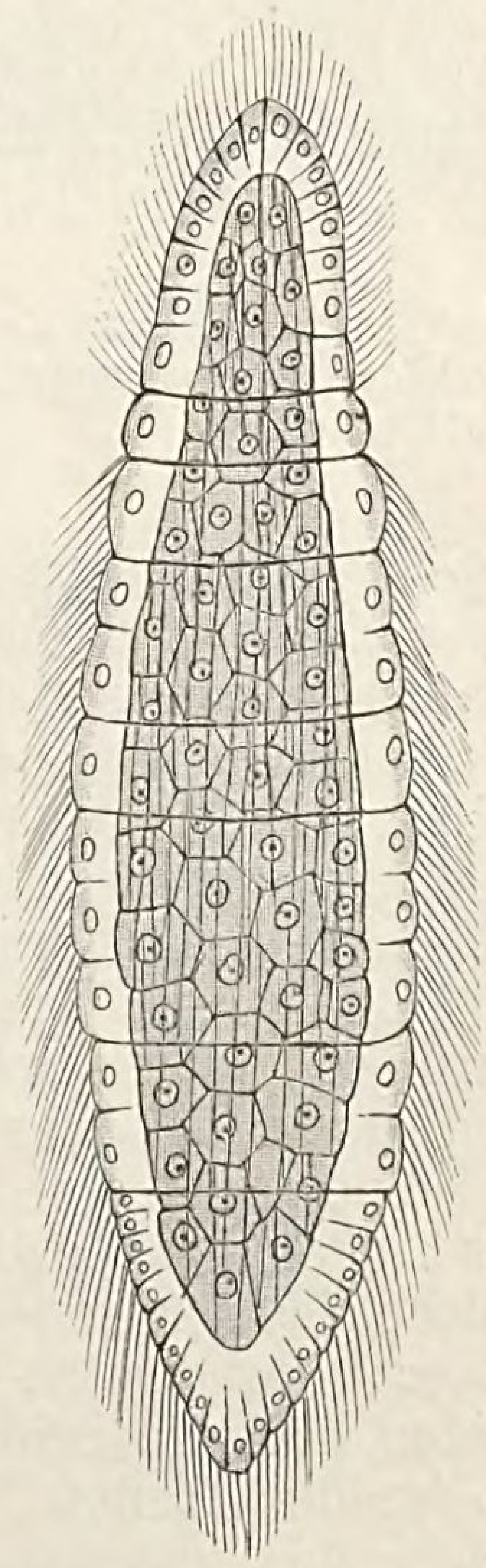


Fig. 53. **Junges Dicyema**, nach WHITMAN. *e* Ectoderm. *en* Entodermzelle mit Kern *n*. *em* Embryo.

Fig. 54. **Rhopalura Giardii** ♀, nach JULIN.

Entoderm aus Kragenzellen mit je einer Geissel. Im Entoderm entwickeln sich die Geschlechtsprodukte. Das Ectoderm enthält Fremdkörper eingelagert. Würde die Leibeswand der Physemarien von Poren durchbohrt sein, so würde man diese Thiere als einfachste Schwämme betrachten müssen.

Auch der Körper der parasitisch in Cephalopoden und in Echinodermen und Turbellarien lebenden Dicyemiden (Fig. 53) und Orthonectiden (Fig. 54) besteht aus zwei Hauptschichten. Das bewimperte Ectoderm bildet eine nirgends unterbrochene Schicht von nicht sehr zahlreichen Zellen um die äussere, meist als Entoderm betrachtete solide Schicht, die entweder (Orthonectiden) aus einem Haufen von Zellen oder aus einer einzigen, vielkernigen Achsenzelle (Dicyemiden) besteht. Mundöffnung und Darmhöhle sind also hier wohl in ähnlicher Weise verschwunden, wie bei den Cestoden. Der Körper der Orthonectiden erscheint äusserlich geringelt und zeigt zwischen Ectoderm und Entoderm noch eine Schicht von musculösen Fasern ectodermalen Ursprungs. Bei den Orthonectiden werden im Entoderm Samenfäden und Eier erzeugt, und zwar in verschieden gestalteten Individuen. Bei den Dicyemiden sind noch keine Spermatazoen entdeckt worden, sondern blos eiartige Keime, die sich, wie es scheint unbefruchtet, innerhalb der Achsenzelle wie Eier entwickeln.

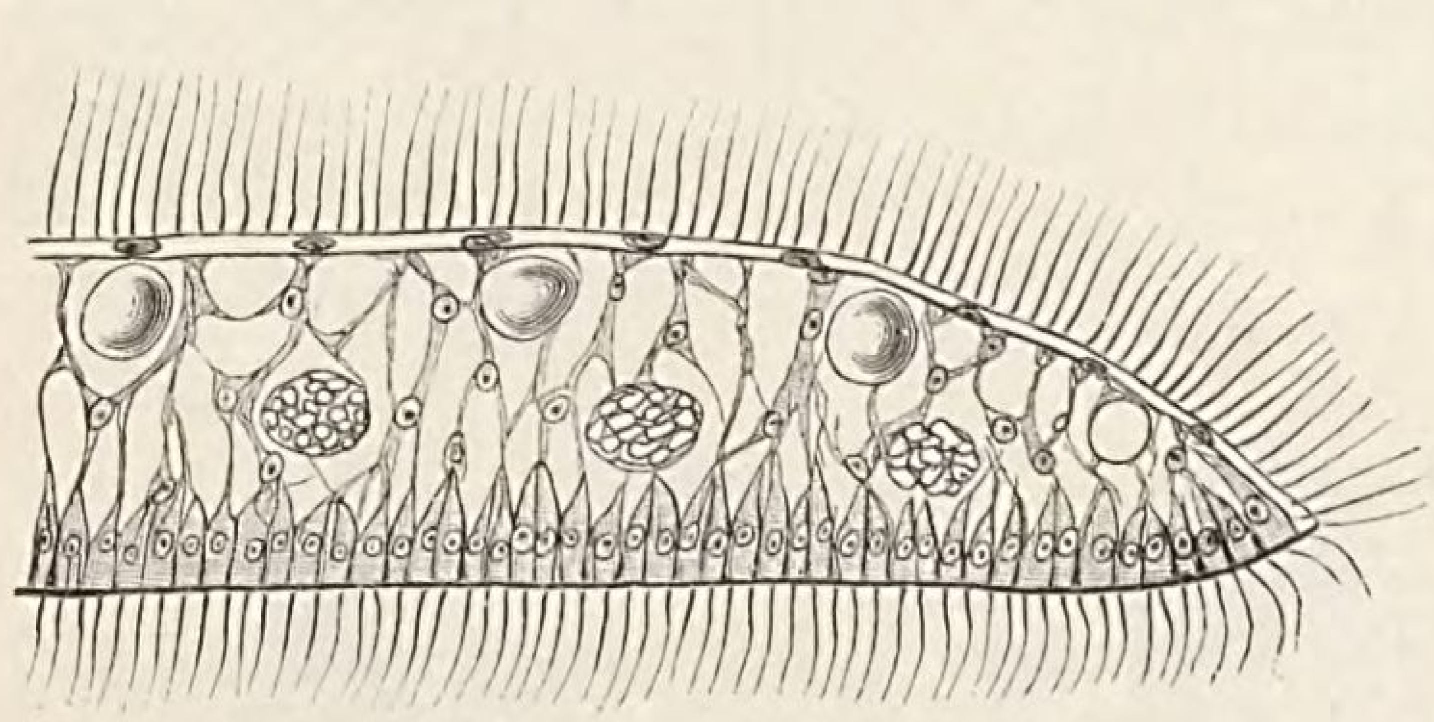


Fig. 55. Stück eines senkrechten Schnittes durch den Körper von Trichoplax adhaerens, nach F. E. Schulze.

Die Entwickelung geht so vor sich, dass sich das Ei oder der einzellige Keim in 2 ungleich grosse Theile theilt. Die so entstandene grössere Furchungszelle (Macromer) bleibt zunächst ungetheilt, während die kleinere (Micromer) sich wiederholt theilt. Die Abkömmlinge der letztern umwachsen die grössere Zelle schliesslich vollständig und bilden das Ectoderm und — bei den Orthonectiden — ausserdem noch die Muskelfasern. Die grosse Zelle bleibt bei den Dicyemiden ungetheilt und wird zur Achsenzelle, während sie bei den Orthonectiden durch Theilungen den entodermalen Haufen von Zellen liefert.

Anhang. Trichoplax adhaerens (Fig. 55) heisst ein merkwürdiges, im Seewasseraquarium zu Graz entdecktes Thier, welches eine dünne, allseitig bewimperte Platte von ganz unregelmässiger, nach Art einer Amöbe veränderlicher Gestalt darstellt. Diese Platte setzt sich aus 3 über einander liegender Schichten zusammen. Die unterste Schicht, welche sich der Unterlage anschmiegt, besteht aus einer Lage cylindrischer Zellen, die oberste Schicht aus einem Plattenepithel. Die zwischen beiden liegende Schicht besteht aus verästelten und theilweise anastomosirenden Zellen, die in einer hyalinen Grundsubstanz liegen. Die Zellen der unteren Schicht besitzen Fortsätze, welche ohne scharfe Grenze in die Fortsätze der Zellen der mittleren Schicht übergehen. So lange über die Fortpflanzung und Entwickelung des Thieres nichts bekannt ist, entzieht sich sein Körperbau einer sichern morphologischen Beurtheilung.

Litteratur.

E. Haeckel. *Biologische Studien. Heft II.* 1877.
Ed. van Beneden. *Recherches sur les Dicyemides. Bull. Académie Belgique. Bruxelles* 1876.
C. O. Whitman. *A Contribution to the Embryology, Life Historg and Classification of the Dicyemids. Mittheil. aus d. zool. Station zu Neapel. T. IV.* 1882.
A. Giard. *Les Orthonectides. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. T. XV.* 1879.
E. Metschnikoff. *Untersuchungen über Orthonectiden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd.* 35. 1881.
Julin. *Contribution à l'histoire des Mesozoaires. Archives de Biologie. T. III.* 1882.
F. E. Schulze. *Ueber Trichoplax adhaerens. Zoolog. Anzeiger. Bd. VI.* 1883. *S.* 92—97.

II. Klasse. **Porifera oder Schwämme.**

Systematische Uebersicht.

I. Unterklasse. Calcaria. Skelet aus Spicula von kohlensaurem Kalk, immer vorhanden. Dem Baue des Weichkörpers nach Asconen, Syconen und Leuconen. Olynthus, Ascandra, Sycandra, Leucandra.

1. Ordnung. Calcispongiae, Kalkschwämme.

II. Unterklasse. Non-Calcarea. Skelet selten fehlend, aber nie aus Kalkspicula, vielmehr aus Kieselspicula oder Spongin-Fasern bestehend. Dem Baue des Weichkörpers nach Leuconen.

2. Ordnung. Hexactinellidae, Glasschwämme.

Kieselnadeln isolirt oder durch Kieselmasse zu einem zusammenhängenden, festen Gerüste verbunden, 3achsig. Geisselkammern cylindrisch, radiär gestellt, den Radialtuben der Sycandren ähnlich. Die meisten Formen fossil. Lebend: Euplectella, Hyalonema.

3. Ordnung. Spiculispongiae, Nadelschwämme.

Skelet aus selbstständigen verschiedenartigen Kieselspicula bestehend, selten fehlend. Die Spicula sind oft durch organische Substanz in Bündel zusammengekittet oder bilden, durch knorrige Auswüchse ineinandergreifend, festverbundene Skelete. Sie sind aber nie durch Kieselmasse verkittet. Geodia, Plakina, Chondrosia, Oscarella und Halisarca (ohne Skelet), Tethya, Tuberella, Suberites.

4. Ordnung. Halichondrinae, Kieselhornschwämme.

Skelet aus vorwiegend einstrahligen Kieselspicula gebildet, die durch mehr oder weniger Hornsubstanz (Spongin) zusammengekittet sind. Halichondria, Reniera, Spongilla (im süssen Wasser), Myxilla, Clathria.

5. Ordnung. Ceraspongiae, Hornschwämme. (Fig. 56.)

Skelet besteht aus Hornfasern (Spongin). Eigene Spicula fehlen; oft werden Bruchstücke von fremden Spicula, Sand etc. zur Verstärkung aufgenommen. Spongelia, Euspongia officinalis, Badeschwamm, Aplysina.

Eine allgemeine Schilderung der Körperform der Poriferen ist unmöglich, so gross ist die Verschiedenartigkeit der Gestalt. Die Schwämme oder Schwammstöcke können die Gestalt von Knollen, Birnen, Krusten, Trichtern, Cylindern, Kugeln haben. Manche sind unregelmässig ästig. Einige sind strahlig gebaut. Alle sind festsitzend oder stecken mit einem Theil ihres Körpers im Schlamme.

Mit Ausnahme der Spongillidae leben alle Schwämme im Meere.



Fig. 56. **Skelet eines auf einem Steine festsitzenden Hornschwammes.** *o* Oscula.

Bei manchen Schwämmen ist die äussere Gestalt sogar bei den verschiedenen Individuen einer Art ausserordentlich wechselnd. Es kann sogar ein und dasselbe Individuum an verschiedenen Stellen seines Körpers ein verschiedenes Gefüge, Verschiedenheiten im Bau, Abweichungen in der Zusammensetzung des Skelets erkennen lassen.

Nicht minder mannigfaltig ist der innere Bau der Schwämme. Als Ausgangspunkt der Darstellung wählen wir Olynthus (Fig. 57). Dieser Schwamm stellt einen ziemlich dünnwandigen Schlauch dar, dessen eines blindgeschlossenes Ende festsitzt, während das entgegengesetzte, freie Ende von einer Oeffnung, dem Osculum, durchbrochen

ist. Die Wand des Schlauches ist von Poren durchbohrt, welche sich öffnen und schliessen können. Das Wasser strömt durch die Poren in die der Darmhöhle einer Gastrula vergleichbare Höhle des Schlauches ein und durch das Osculum aus. Die Wand besteht nach den vorliegenden Untersuchungen aus 2 Schichten: 1. einer äusseren Schicht, gebildet aus einer ziemlich homogenen Grundsubstanz, in welcher Zellen und Kalknadeln eingebettet liegen; 2. einem inneren Epithel von Kragenzellen. Vielleicht existirt schon hier ausserhalb der skeletführenden Schicht ein dünnes Plattenepithelium, so dass dann der Körper aus 3 Schichten, einem äussern, ectodermalen, einem innern, entodermalen Epithel und einer dazwischen liegenden, mesodermalen Bindegewebsschicht bestehen würde. Die wesentlich auf der Organisationshöhe eines Olynthus stehen bleibenden Schwämme werden als Asconen bezeichnet.

Fig. 57.

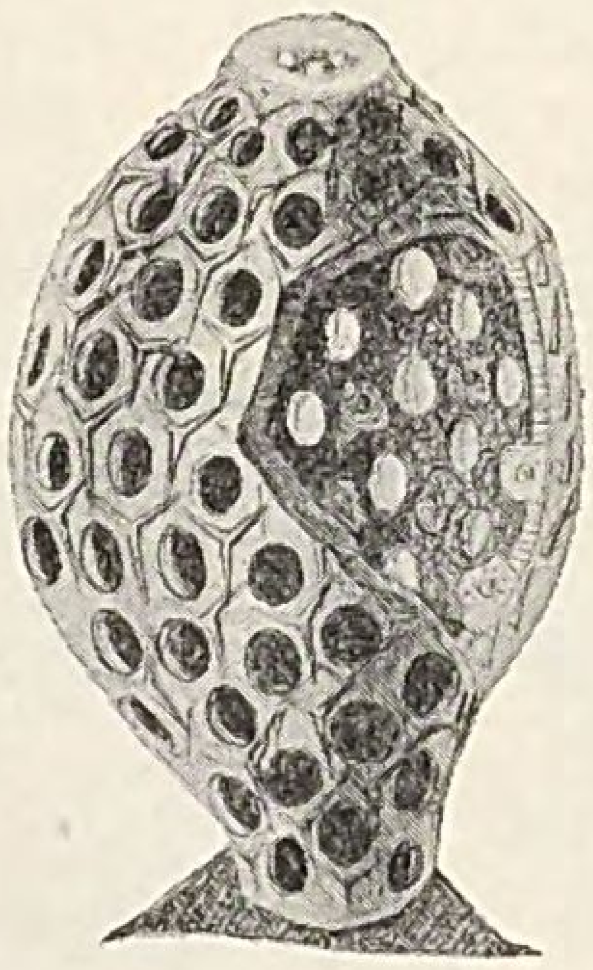


Fig. 57. **Olynthus,** nach HAECKEL.

Fig. 58.

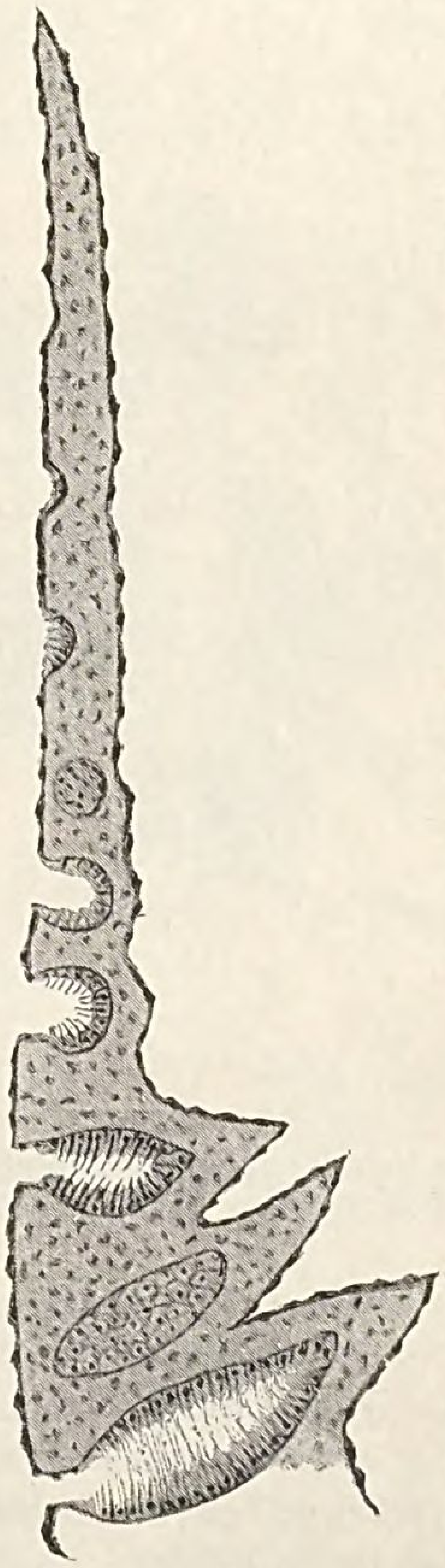


Fig. 58. **Sycandra ciliata Haeck.,** nach VOSMAER. Längsschnitt durch die Leibeswand im obern Körpertheil. Die linke Hälfte des Schnittes ist weggelassen.

Eine höhere Stufe der Organisation wird dadurch erreicht, dass die Wandung des Schlauches sich verdickt und dass von der centralen Höhle aus dicht gedrängte cylindrische Taschen, die Radialtuben, radiär in die verdickte Wand eindringen (Fig. 58), so dass häufig die Oberfläche des Schwammes in Form zahlreicher Kegel über den Radialtuben emporgehoben wird. Die Radialtuben sind von Kragenepithel ausgekleidet, während das Epithel der centralen oder Gastralhöhle zu einem Pflasterepithel umgebildet erscheint. Die äussern Poren führen also hier zunächst in die Radialtuben, von diesen in die centrale Höhle und von da durch das Osculum nach aussen. Syconen.

Bei der grossen Mehrzahl der Schwämme aber complicirt sich das „Kanalsystem" noch mehr. Das Kragenepithel wird auf zahlreiche sackartige, im stark verdickten Mesoderm der Körperwand meist zerstreut liegende sogenannte Geisselkammern beschränkt (Fig. 59 *gk*).

Die Poren der äussern Körperoberfläche münden selbst wieder in weitere oder engere sich oft verästelnde, mit Plattenepithel ausgekleidete

Kanäle, die sich schliesslich in die Geisselkammern öffnen (zuführende Kanäle). Von den Geisselkammern aus führen andere weitere oder engere, häufig sich wieder zu grössern Kanälen vereinigende Kanäle (abführende Kanäle) in die verschiedenartig gestaltete Centralhöhle, die selbst wieder durch ein Osculum nach aussen mündet. Leuconen.

Die Bewegung der Geisselhaare des Kragenepithels unterhält einen beständigen Wasserstrom im Kanalsystem der Schwämme. Das Wasser tritt durch die Poren ein, durchzieht das Kanalsystem und strömt durch die Oscula wieder aus.

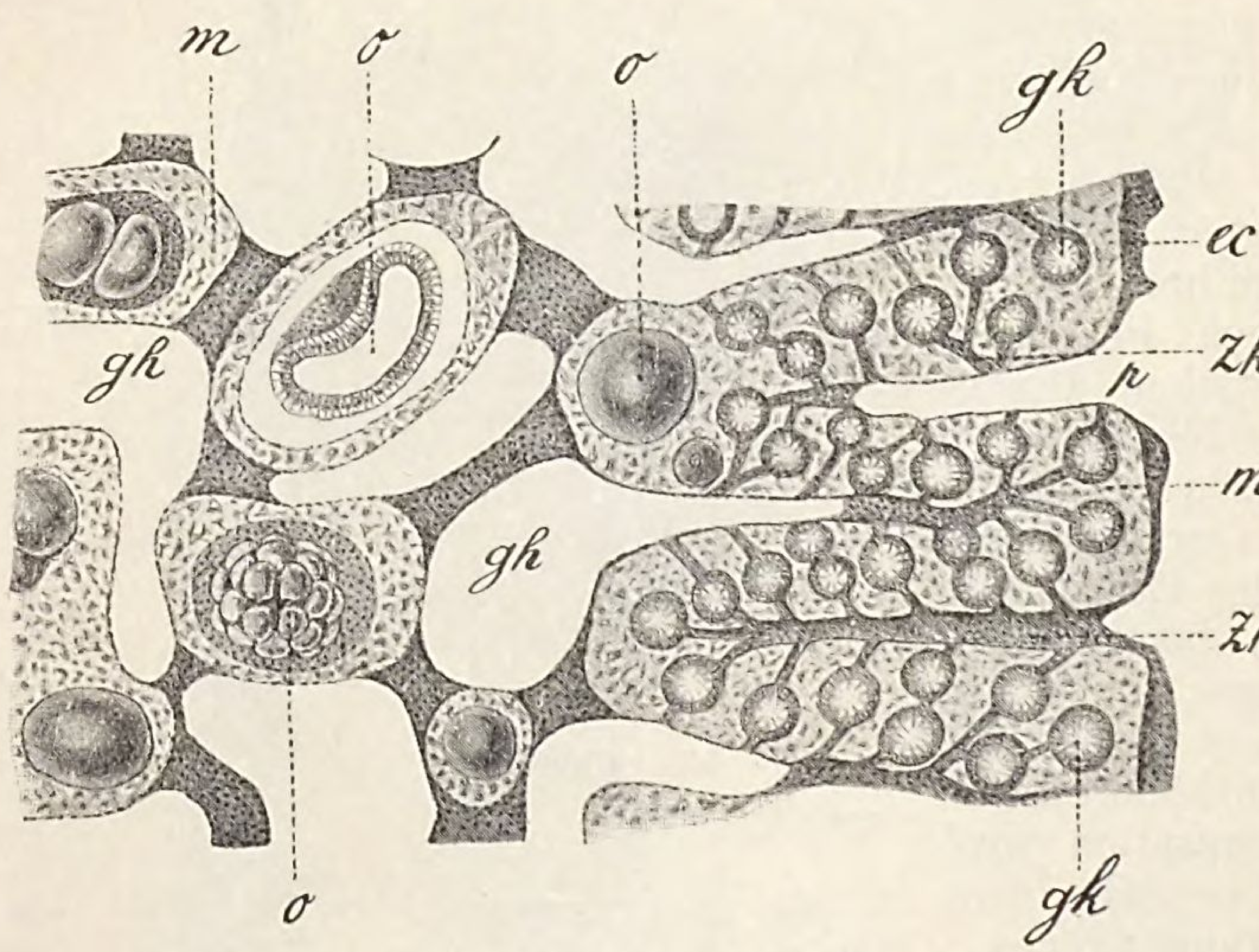


Fig. 59. **Stück eines Schnittes durch Halisarca lobularis**, nach F. E. Schulze. *ec* Ectodermales Pflasterepithel, *gh* Gastralhöhlen, *m* Mesoderm, *p* Poren, *gk* Geisselkammern, *zk* zuführende Kanäle, *o* Eier und Furchungsstadien.

Im einzelnen verhält sich das Kanalsystem ausserordentlich verschiedenartig. Sein Bau und seine Anordnung sind für die Systematik werthvoll.

Oft entsteht durch Zusammenfliessen zuführender Kanäle ein System grösserer, ganz oberflächlich gelegener Lacunen und Höhlen, sogenannter Subdermalhöhlen, in welche die Poren entweder direkt oder durch Kanäle einmünden, und die dann erst wieder durch besondere Kanäle mit den Geisselkammern in Verbindung stehen.

Das Kanalsystem kann gegenüber der Zwischenschicht (Mesoderm) der Spongien stark entwickelt sein oder das Mesoderm kann das Uebergewicht haben. Im erstern Falle ist das Gefüge des Schwammkörpers ein lockereres, im letztern ein festeres.

Das Mesoderm der Spongien stellt eine Art Bindegewebe dar und besteht aus einer meist gallertigen Zwischensubstanz und darin eingebetteten Zellen. Diese letzteren sind entweder spindelförmig oder sternförmig, mitunter blasenförmig. Einzelne von ihnen enthalten nicht selten Farbstoffe (Pigmentzellen); andere sind amöboid beweglich (Wanderzellen). Lang spindelförmige, fein verästelte Zellen liegen mitunter

concentrisch um den Anfangstheil der zuführenden Kanäle und dienen wohl als contractile Zellen zum Verschluss der Poren.

Das mesodermale Bindegewebe ist bei den Spongien der Sitz der so mannigfaltigen Skeletbildungen. Diese bestehen entweder aus kohlensaurem Kalk, oder aus Kieselsäure, oder sie sind aus dem sogenannten Spongin gebildete Hornfasern. Skelete aus Kieselsäure und solche aus Hornfasern können combinirt vorkommen. Die Kiesel- oder Kalkskelete bestehen aus kleinen, höchst wahrscheinlich in Zellen gebildeten Körperchen, sogenannten Spicula, von ausserordentlich wechselnder Gestalt. Man unterscheidet Einstrahler, Dreistrahler, Vierstrahler, Sechsstrahler, Vielstrahler, Sterne, Kugeln etc. Das Skelet eines Schwammes kann entweder nur aus einer Art von Spicula bestehen oder es können 2 oder mehrere Arten neben einander vorkommen.

Die einzelnen Spicula liegen entweder lose neben einander oder sind zu zusammenhängenden Gerüsten verkittet. Dasselbe gilt von den Hornfasern. Der gewöhnliche Badeschwamm, wie er auf jedem Waschtisch liegt, ist nur ein Gerüste solcher Hornfasern, er stellt nur das Skelet des im Meere lebenden Thieres dar (Fig. 56).

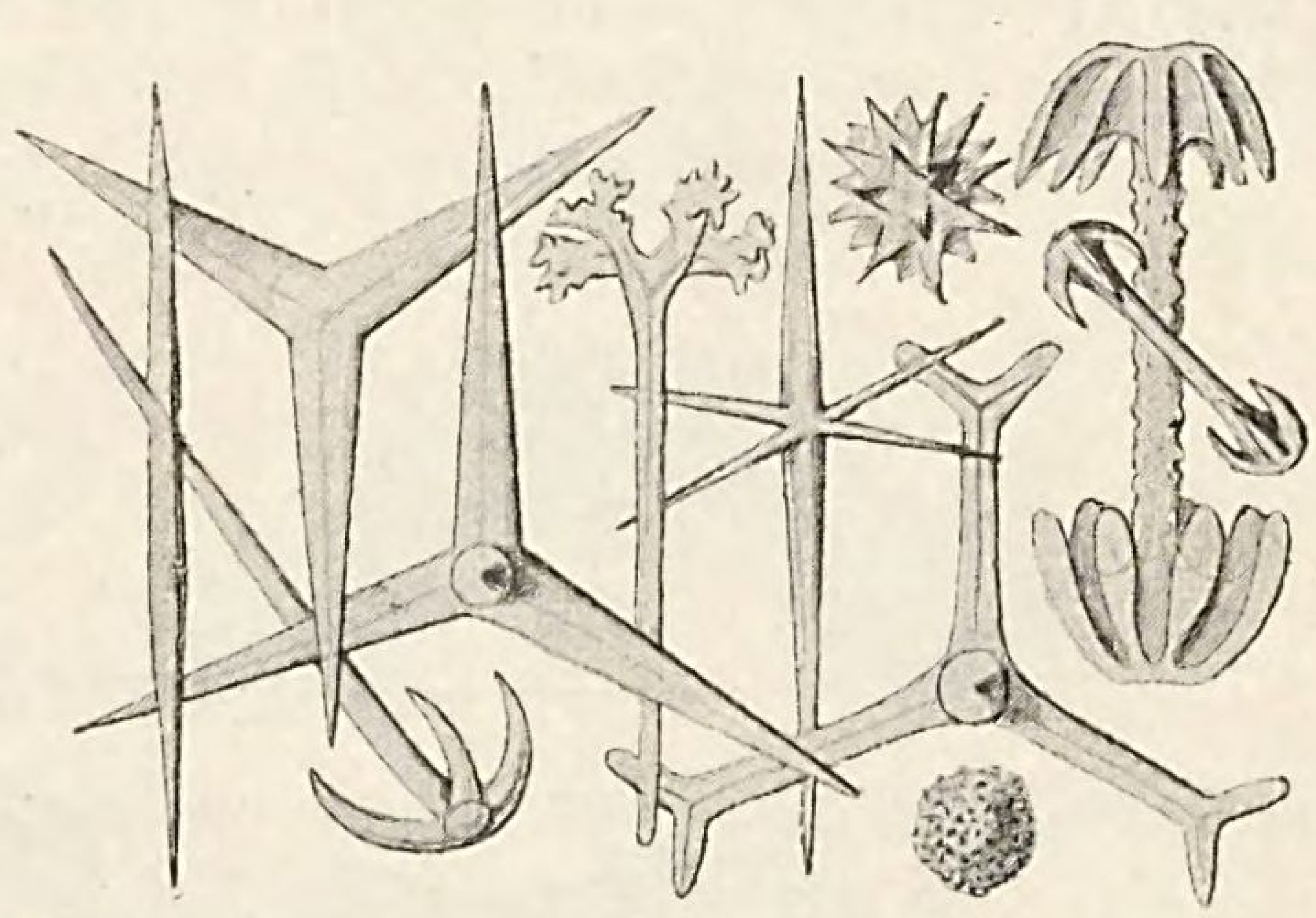


Fig. 60. Verschiedene Formen von Skeletspicula von Schwämmen.

Ein Nervensystem ist bis jetzt bei den Poriferen nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Die Fortpflanzung ist entweder eine ungeschlechtliche oder geschlechtliche.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch äussere oder innere Sprossung oder Knospung.

Aeussere Knospung. Ein Schwamm kann an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche Knospen treiben. Diese werden, ohne sich loszulösen, grösser und können selbst wieder Knospen bilden. So entstehen Schwammstöcke. Indem Knospen an verschiedenen Stellen mit einander verwachsen, kann der Stock selbst wieder das Aussehen eines Geflechtes oder Gerüstes annehmen. Die Lücken und Zwischenräume eines solchen Stockes können dann wieder ganz den Charakter eines Kanalsystems (Scheinkanäle) annehmen. Sie müssen aber ihrer Entstehung nach scharf unterschieden werden von dem wahren Kanalsystem, das die Wandungen einer jeden Schwammperson durchzieht. Auch getrennte Schwammpersonen können mit einander zu Stöcken verschmelzen. Die Zahl der Oscula dürfte im allgemeinen der Zahl der einen Stock bildenden Schwammpersonen entsprechen (Fig. 56 *o*).

Bei der sogenannten innern Knospung lösen sich aus dem Schwammkörper Gruppen von Zellen los, die sogenannten Gemmulae, die sich nach einer Ruhezeit zu ganzen Schwämmen entwickeln. Ueber die feinern Vorgänge bei der Entwickelung dieser Gemmulae sind die verschiedenen Forscher nicht einig.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Die Schwämme sind wohl vorherrschend hermaphroditisch oder dioecisch; doch werden in den meisten Fällen Eier und Spermatozoen nicht zu gleicher Zeit in einer Person oder in einem Stock erzeugt, d. h. die Schwämme sind protandrisch hermaphrodit.

Die Eier und Samenfäden scheinen sich aus Mesodermzellen zu entwickeln.

Entwickelung. Die Entwickelung der Spongien aus dem befruchteten Ei, welche häufig anfangs im Innern des Mutterthieres verläuft, scheint nach den vorliegenden, noch ungenügenden, sich vielfach wiedersprechenden Beobachtungen recht verschiedenartig zu verlaufen und es ist kaum möglich, ein allgemein gültiges Schema aufzustellen. Wir wählen die neuerdings untersuchte Entwickelung von Oscarella (Halisarca) lobularis (Fig. 61).

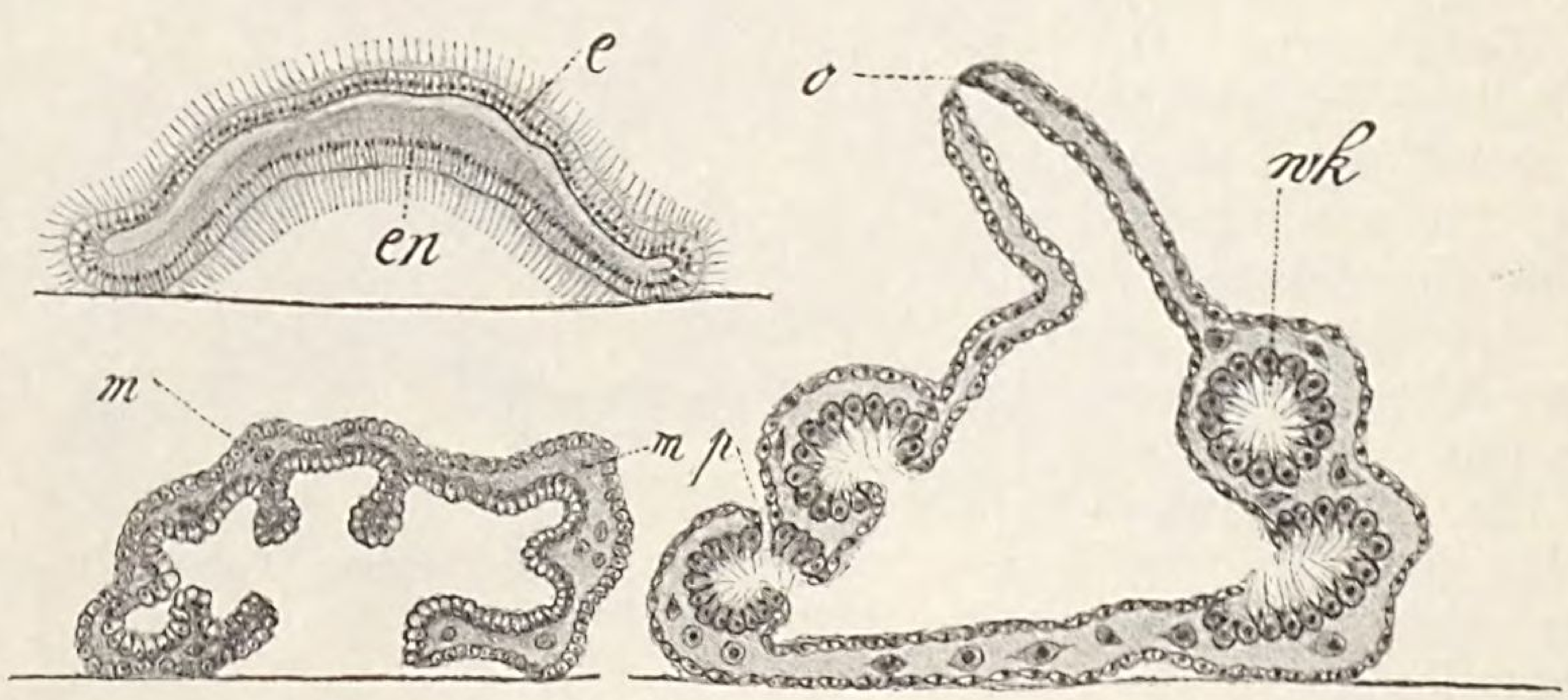


Fig. 61. **Schnitte durch 3 Entwickelungsstadien von Oscarella lobularis**, nach K. Heider. *A* Gastrula, die sich festgesetzt hat. *B* Anlage des Mesoderms und des Kanalsystems. *C* Bildung des Osculum und der Geisselkammern. *e* Ectoderm, *en* Entoderm, *m* Mesoderm, *o* Osculum, *p* Poren, *wk* Geisselkammer.

Durch wiederholte Theilungen des Eies entsteht eine freischwimmende Larve, eine Blastula. Es ist eine Blase, deren Wand aus einer einzigen Schicht von Geisselzellen besteht. Aus der Blastula wird durch Einstülpung eine Gastrula. Diese setzt sich mit dem Gastrulamund oder Blastoporus fest, welcher sich allmählich verengt und dann ganz schliesst. Zwischen Ectoderm und Entoderm wird Gallerte ausgeschieden und in diese wandern Zellen höchst wahrscheinlich vom Entoderm aus ein. So entsteht das bindegewebige Mesoderm. Zugleich bilden sich von dem Urdarm aus radiäre Ausstülpungen des Entoderms, welche gegen das Ectoderm zu in das Mesoderm hineinwachsen. Diese Ausstülpungen runden sich ab und werden zu den Geisselkammern (*wk*). Ihre Communication mit der Darmhöhle wird enger. Die Geisselkammern treten mit der Oberfläche in Verbindung, indem sich entweder (bei ganz oberflächlich gelagerten Kammern) durch Durchbrechung der darüber liegenden Membran Poren bilden, oder indem sich kurze Einstülpungen des Ectoderms bilden, die schliesslich die

Geisselkammern erreichen. Das Osculum entsteht am aboralen Pol durch Verlängerung der Darmhöhle und Durchbruch derselben nach aussen: Syconenstadium.

Nach diesen Beobachtungen würde das Epithel der Geisselkammern, der abführenden Kanäle und der centralen Höhle (Darmhöhle) entodermalen, das Plattenepithel an der Oberfläche des Körpers und das Epithel der zuleitenden Kanäle (wenigstens theilweise) ectodermalen Ursprungs sein.

Nach andern Forschern freilich wird beim Süsswasserschwamm das Ectoderm der Larve abgeworfen und der ganze erwachsene Schwamm geht aus dem Entoderm hervor.

Als durch die übereinstimmenden Beobachtungen mehrerer Forscher gesichert erscheint die Thatsache, dass die Schwammgastrula sich mit den Rändern des Blastoporus festsetzt. Das Osculum der Schwämme entspricht also weder dem Blastoporus der Gastrula, noch dem Munde der Coelenteraten. Die Porifera erscheinen demnach als eine einseitig entwickelte niedere Metazoen-Gruppe, die sich nicht direkt mit den übrigen Coelenteraten vergleichen lässt, sondern mit ihnen nur an der Wurzel zusammenhängt.

Litteratur.

O. Schmidt. *Die Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig* 1862. *Drei Supplemente* 1864 *bis* 1868.

Derselbe. Grundzüge einer Spongienfauna des atlantischen Gebietes. Leipzig 1870.

E. Haeckel. *Die Kalkschwämme.* 3 *Bde. Berlin* 1872.

O. Schmidt. *Die Spongienfauna des mexikanischen Meerbusens und des caraibischen Meeres. Jena* 1880.

F. E. Schulze. *Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Spongien, in Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd.* 25—35. 1876—1881.

G. C. Vosmaer. *Porifera. In Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Leipzig* 1882.

N. Poléjaeff. *Report on the Calcarea in Chall. Exped. Rep. vol. VIII part XXIV. London* 1883.

F. E. Schulze. *Report on the Hexactinellidae. Chall. Exped. Rep. vol. XXI, part* 53. *London* 1887.

Vergleiche auch die ältern Werke und Abhandlungen von Grant, Lieberkühn und Bowerbank und neuere Untersuchungen von Zittel, Barrois, Keller, Heider, Marshall, Lendenfeld, Götte u. s. w.

III. Klasse. **Cnidaria, Nesselthiere.**

Systematische Uebersicht.

I. Unterklasse: **Hydrozoa.**

Prototyp: Hydropolyp oder Hydrula. Bei allen Hydrozoen fehlt ein ectodermaler Schlund, der Mund führt direkt in den entodermalen Darm. Gastralfilamente fehlen. Die Geschlechtsprodukte entstehen meist aus dem Ectoderm. Die Geschlechter sind gewöhnlich auf verschiedene Personen vertheilt.

I. Ordnung: Hydridae (Süsswasserpolypen).

Einzelpersonen oder kleine, aus wenigen gleichartigen Personen bestehende Stöckchen ohne Hüllen. Fortpflanzung ungeschlechtlich durch Knospung und geschlechtlich. Aus den Eiern gehen direkt wieder Hydren hervor. Hermaphroditen. Hydra, im süssen Wasser.

II. Ordnung: Hydromedusae.

Hydroidstöcke, die mindestens dimorph sind, da neben den gewöhnlichen sterilen Nährpolypen durch Knospung Geschlechtspersonen entstehen, die sich entweder als craspedote Medusen loslösen und frei herumschwimmen oder als medusoide Gonophoren mit dem Stocke vereinigt bleiben. Bei einer Reihe von Hydromedusen ist sodann die festsitzende Hydroidform unterdrückt, indem bei ihnen aus den befruchteten Eiern der craspedoten Meduse direkt wieder Medusen sich entwickeln. Die systematische Verwandtschaft der einzelnen Formen wird natürlich sowohl durch die Hydroidform, als durch die Medusenform bestimmt. Da die ganze Lebens- und Entwickelungsgeschichte nur von der Minderzahl der zahlreichen Arten ermittelt und von vielen Arten nur die Hydroidform, von andern nur die Medusenform bekannt ist, so ist zur Zeit ein natürliches System der Hydromedusen noch ein Desideratum.

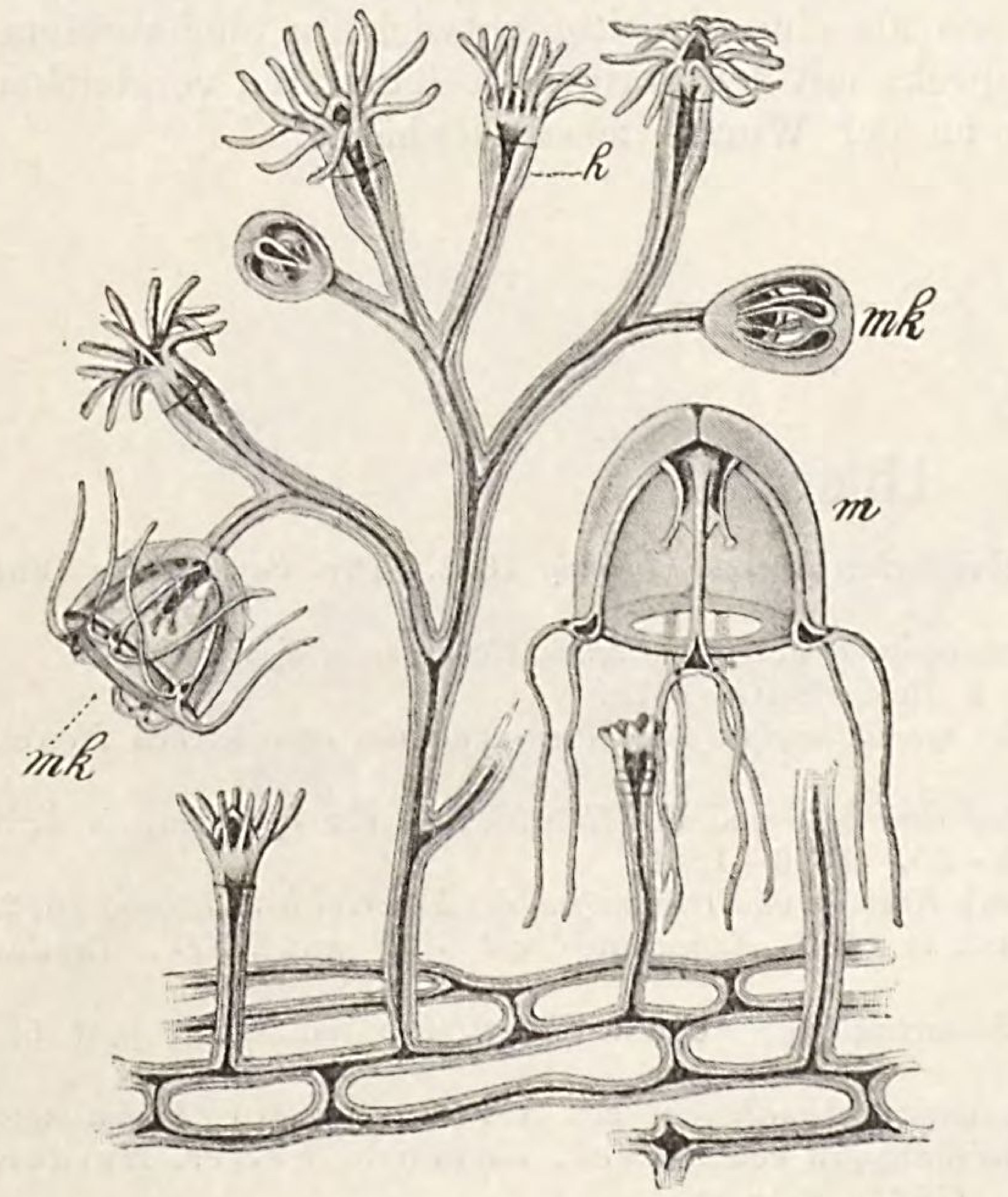


Fig. 62. **Bougainvillea ramosa**, nach Allman mit knospenden Medusen. *h* Nährpolypen, *mk* Medusenknospen, *m* losgelöste junge Meduse (**Margelis ramosa**).

Hydroidform.	Medusenform.
1. Unterordnung. Hydrocoralliae.	
Hydroidstöcke mit verkalktem Peridermskelet. Die Geschlechtsprodukte werden in Gonophoren erzeugt. Stylaster. Millepora.	Nicht vorhanden.

Hydroidform.	Medusenform.

2. Unterordnung.

Tubularien.	Anthomedusae.
Nackte oder mit einer Chitinhülle (Periderm) bedeckte Hydroidstöckchen. Die Chitinhülle erweitert sich nie in der Umgebung der Polypenköpfchen zu einer becherförmigen Zelle. Bei manchen Formen sind die Medusen auf sich nicht loslösende Gonophoren reducirt.	Craspedote Medusen. Ohne Randbläschen und Otolithen mit Ocellen an der Tentakel-Basis. Gonaden in der äusseren Wand des Magenstiels. 4, selten 6 oder 8 Radialkanäle.

Beispiele.

Syncoryne Sarsii.	Sarsia tubulosa.
Podocoryne carnea.	Dysmorphosa carnea.
Eudendrium ramosum.	Lizusa octocilia.
Bougainvillea ramosa (Fig. 62).	Margelis ramosa (Fig. 62 *m*).
Stauridium cladonema.	Cladonema radiatum.
Cordylophora lacustris (im süssen Wasser).	fehlt.
Tubularia larynx.	fehlt.
unbekannt.	Ctenaria ctenophora.

3. Unterordnung.

Campanarien.	Leptomedusae.
Hydroidstöckchen mit chitinigem Periderm, welches um die Polypenköpfchen sich zu Zellen erweitert, in die die Köpfchen mit den Tentakeln zurückgezogen werden können. Die Medusenknospen oder sessilen Gonophoren entstehen gewöhnlich zu Gruppen vereint an besondern, modifizirten, tentakel- und mundlosen Polypen (Gonangien).	„Craspedote Medusen, theils ohne, theils mit Randbläschen, letztere aus der Velum-Insertion entwickelt mit exodermalen Otolithenzellen. Ocellen an der Tentakelbasis bald vorhanden, bald fehlend. Gonaden stets im Verlaufe der Radiärkanäle. Zahl der Radialkanäle wechselnd, oft sehr viele.“

Beispiele.

Campanularia geniculata.	Obelia geniculata.
unbekannt.	Eucope campanulata Fig. 65, p. 74.
unbekannt.	Gastroblasta Raffaelii.
Campanulina tenuis.	Phialidium variabile.
unbekannt.	Aequorea Forskalea.
Laomedea caliculata.	fehlt.

In die Nähe der Campanarien werden gewöhnlich auch die Plumularien und Sertularien gestellt. Es sind dies zierlich verzweigte Hydroidstöckchen. Bei den erstern sitzen die die Nährpolypen umgebenden Hüllzellen einzeilig, bei den letztern zweizeilig gegenständig. Die Geschlechtsprodukte bilden sich in

Hydroidform.

knospenartigen Auswüchsen (Gonophoren), die gewöhnlich gruppenweise an besonders umgebildeten mund- und tentakellosen Polypen entstehen und von einer chitinigen Peridermhülle umgeben sind. Man weiss ebensowenig, wie bei den Hydrocoralliae, ob diese Gonophoren rückgebildete und sessil bleibende Medusen oder einfach geschlechtlich differenzirte Hydropolypenknospen sind.

Medusenform.

4. Unterordnung.

Trachomedusae.

Hydroidform: Fehlt.

Medusenform: Craspedote Medusen mit Hörkölbchen, welche bald frei am Schirmrande stehen, bald in Hörbläschen eingeschlossen sind, mit entodermalen Otolithenzellen. Ocellen meist fehlend. Gonaden stets im Verlaufe der Radiärkanäle. Zahl der Radialkanäle bald 4, bald 6, bald 8, niemals mehr; oft zwischen denselben blinde Centripetal-Kanäle. Direkte Entwickelung mit Metamorphose Olindias Mülleri, Rhopalonema velatum, Aglantha digitalis, Geryonia proboscidalis, Carmarina hastata.

5. Unterordnung.

Narcomedusae.

Hydroidform: Fehlt.

Medusenform: Craspedote Medusen mit Hörkölbchen, welche stets frei am Schirmrande stehen, mit entodermalen Otolithenzellen. Ocellen meist fehlend. Tentakel in einiger Entfernung vom Schirmrande auf der Exumbrella inserirt, mit dem Schirmrande durch Spangen verbunden, welche ihn in eine Anzahl von Kragenlappen theilen. Gonaden am Magenstiel, sich von da an oft peripherisch in radialen Magentaschen ausbreitend. Radialkanäle bald fehlend, bald in Gestalt flacher radialer Magentaschen ausgebreitet. Ringkanal bisweilen obliterirt. Zahl der Tentakel, Lappen und Taschen unbestimmt und wechselnd, selten 4, meist 8 oder mehr bis 32. Entwickelung meist direkt, mit Metamorphose. Cunina, Pegantha, Aegineta, Aeginopsis, Solmaris.

III. Ordnung. Siphonophorae, Schwimmpolypen, Röhrenquallen.

Polymorphe, freischwimmende Hydrozoenstöcke, deren Einzelpersonen an specielle Funktionen angepasste, umgewandelte craspedote Medusen sind.

1. Unterordnung. Siphonanthae.

Die heteromorphen Einzelpersonen knospen an einem verschieden gestalteten Stamme, der dem Magenstiel einer Meduse vergleichbar ist.

1. Familie. Calyconectae ohne Pneumatophore und ohne Taster mit einer oder mehreren Schwimmglocken am obern Ende des Stammes. Die übrigen heteromorphen Einzelpersonen zu Gruppen (Cormidien) angeordnet, die sich als Eudoxien oder Ersaeen vom Stamme loslösen können. Praya (Fig. 85 p. 108), Diphyes, Abyla, Hippopodius.

2. Familie. Physonectae mit Pneumatophore, ohne Aurophore, mit mehreren Schwimmglocken und mit Tastern. Apolemia, Agalma, Anthemodes, Halistemma, Physophora, Forskalia.

3. Familie. Auronectae mit einer grossen Pneumatophore, unterhalb welcher ein Kranz von Schwimmglocken steht und in der dorsalen Mittellinie des letztern eine grosse medusoide gasabsondernde Luftglocke (Aurophore), die als eine umgewandelte Schwimmglocke zu betrachten ist. Stamm verkürzt und verdickt. Ohne Taster (?). Stephalia (Fig. 84 p. 107), Auralia, Rhodalia.

4. Familie. Cystonectae mit einer grossen Pneumatophore, ohne Aurophore. Schwimmglocken und Deckstücke fehlen. Rhizophysa, Physalia. (Stamm sehr verkürzt, unterhalb der Pneumatophore scheibenartig verdickt).

2. Unterordnung. Disconanthae.

Die heteromorphen Einzelpersonen sprossen an der Subumbrella einer Scheibe, welche eine vielkammerige Pneumatophore einschliesst und einem Medusenschirm zu vergleichen ist. Der Scheibenrand trägt einen Kranz zahlreicher Tentakel. In der Mitte der Subumbrella erhält sich der centrale Magenstiel als Haupt-Sipho.

5. Familie. Disconectae. Discalia, Porpita, Porpalia (Fig. 87 p. 112), Velella.

II. Unterklasse. **Scyphozoen.**

Prototyp: der Scyphopolyp oder die Scyphula. Bei den Scyphozoen findet sich ein ectodermaler Schlund. Gastralfilamente oder Mesenteralfilamente sind überall an den Septen oder Magenleisten vorhanden. Die Geschlechtsprodukte entstehen aus dem Entoderm. Die Geschlechter sind gewöhnlich auf verschiedene Personen vertheilt.

I. Ordnung. Anthozoa, Korallen.

Festsitzende Einzelpersonen oder Stöcke. Der Körper bleibt wesentlich auf der Stufe einer Scyphula stehen. Der ectodermale Schlund senkt sich in Form eines Rohres in die geräumige Darmhöhle ein, welche in seinem Umkreis in eine wechselnde Zahl durch Septen getrennter Taschen zerfällt. Die Septen setzen sich mit freiem innern Rande in der Darmhöhle auch gegen den aboralen Körpertheil fort.

A. Octocorallia.

1. Unterordnung. Alcyonaria, Fiederkorallen. Gewöhnlich mit 8 Septen und 8 gefiederten Tentakeln. Polypenstöcke von sehr mannigfaltiger Form. Skeletbildungen sehr verschiedenartig. Alcyonium, Pennatula, Kophobelemnon (Fig. 63), Gorgonia, Isis, Tubipora.

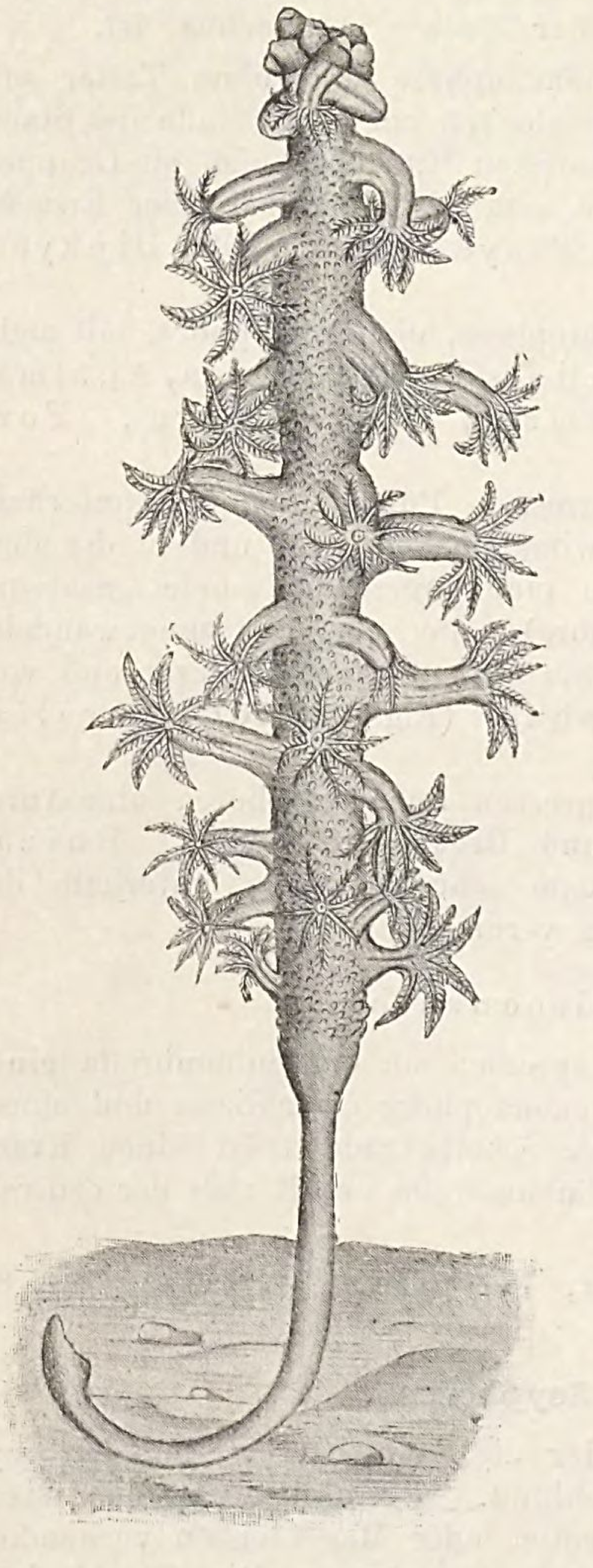


Fig. 63. **Kophobelemnon Leuckartii.**

B. Tetracorallia.

2. Unterordnung. Rugosa. Zahl der Septen gross, ein Multiplum von 4. Mit Kalkskeleten. Fossile palaeozoischeFormen.

C. Hexacorallia.

3. Unterordnung. Antipatharia, Hornkorallen. Mit 6 oder 24 einfachen Tentakeln. Stöcke mit hornigem Achsenskelet. Antipathes (6 Tentakel, nur 2 entwickelte Septen), Gerardia (24 Tentakel und Septen).

4. Unterordnung. Madreporaria, Steinkorallen. Meist Stöcke, seltener Einzelthiere mit stark entwickeltem Kalkskelet. 6 n einfache Tentakeln und Septen in grösserer Zahl und verschiedener Anordnung vorhanden. Madrepora, Astroides, Fungia, Astraea, Maeandrina, Cladocora, Caryophyllia, Flabellum.

5. Unterordnung. Actinaria, Fleischkorallen. Meist Einzelpersonen mit 6 n Tentakeln und Septen in meist beträchtlicher Zahl und verschiedener Anordnung. Ohne Skelet. Cerianthus, Zoanthus, Actinia, Anemonia, Adamsia, Edwardsia.

II. Ordnung. Scyphomedusae (Acraspedae).

Meist freischwimmende Einzelpersonen von glocken- oder scheibenförmiger Gestalt, bei denen die mesodermale Stützlamelle zu einer mäch-

tigen Gallertmasse entwickelt ist. Der ectodermale Schlund liegt meist im Innern eines aus der Mitte der Subumbrella herunterhängenden Magenstieles. Die 4 Radialtaschen der Scyphula sind bei den höheren Formen rückgebildet. Die exumbrale und die subumbrale Wand des Kranzdarmes verwachsen dann derartig, dass nur ein verschiedenartig ausgebildetes System von radiären Gastrokanälen übrig bleibt. Mit Büscheln von Gastralfilamenten. Ein echtes Velum fehlt, dafür sind Randlappen mit Fortsätzen des Gastrokanalsystems vorhanden.

A. Medusen mit hochgewölbtem Schirm; die 4 radialen Magentaschen und die sie trennenden Septa mehr oder weniger deutlich erhalten.

1. Unterordnung. Stauromedusae. 4 Septen erhalten (Lucernaria) oder auf 4 Knoten reducirt (Tessera), 4 oder 8 Gonaden in der Subumbralwand der 4 Magentaschen; ohne Sinneskolben. Lucernarien (festsitzend, mit 8, je ein Tentakelbüschel tragenden Randlappen). Tessera (frei, ohne deutliche Randlappen, mit 8 Tentakeln.

2. Unterordnung. Peromedusae. Die 4 Septen auf 4 Knoten reduzirt, dementsprechend die 4 Magentaschen zu einem Ringsinus vereinigt. 8 Gonaden an der Subumbralwand des Ringsinus. Mit 4 interradialen Sinneskolben. 8 oder 16 Randlappen, 4 oder 12 Tentakel. Pericolpa, Periphylla.

3. Unterordnung. Cubomedusae (Charybdeidae). 4 Septen erhalten. 4 Paar Gonaden an den Septen, frei in die Magentaschen hineinragend. Mit 4 perradialen Sinneskolben, welche ein Hörkölbchen mit entodermalen Otolithensack enthalten und ein oder mehrere Augen tragen. 4 interradiale Tentakel oder Tentakelbüschel. Meist mit Velarium. Charybdea, Chirodropus.

B. Medusen mit flachem, scheibenförmigem Schirm. Die 4 primären Magentaschen der Scyphula durch Schwund der Septen rückgebildet, statt deren 8, 16, 32 oder mehr breitere oder schmälere, oft verästelte oder anastomosirende Radiärkanäle, als Ueberbleibsel bei der Verwachsung der subumbralen und der exumbralen Kranzdarmwand. Als Reste der Septen erhalten sich die 4 interradialen Magenleisten oder Taeniolen, welche die Phacellen oder Büschel von Gastralfilamenten tragen. Entwicklung entweder direkt mit Metamorphose oder mit Generationwechsel. In letzterem Falle geht aus der Gastrula eine festsitzende Scyphula hervor, die sich zu einer jungen festsitzenden Meduse (Scyphistoma) entwickelt. Diese vermehrt sich meist durch eine Art successiver Theilung oder Knospung (Strobilation). Die abgeschnürten Medusen (Ephyren) verwandeln sich durch Metamorphose in die erwachsene Form.

4. Unterordnung. Discomedusae, Scheibenquallen.

1. Familie. Cannostomae. Mit einfachem Mundrohr, ohne Mundarme, mit quadratischem Mund und kurzen soliden Tentakeln. Nausithoë. (Fig. 67 p. 77.)

2. Familie. Semostomae. Mit 4 langen, fahnenförmigen Mundarmen und kreuzförmigem Mund. Mit langen, hohlen Tentakeln. Pelagia noctiluca, Cyanea, Aurelia aurita.

3. Familie. Rhizostomae. Mund verwachsen. Mit zahlreichen Saugmündchen an den 8 langen wurzelförmigen Mundarmen; ohne

Tentakel. Cassiopea, Pilema (Rhizostoma), Cotylorhiza, Crambessa, Cannorhiza. (Fig. 70 p. 84.)

III. Unterklasse. **Ctenophorae, Rippenquallen.**

Cnidarien mit Sinneskörper am aboralen Pole; mit 8 meridionalen Reihen von Wimperplättchen, mit ectodermalem Schlund. Ohne Gastralfilamente. Entwickelung direkt ohne Generationswechsel. Mesodermale Gallerte stark entwickelt, mit Muskeln, Nerven und Bindegewebselementen. Hermaphroditen.

I. Ordnung. Tentaculata. Mit 2 in Taschen zurückziehbaren einzeilig gefiederten Fangfäden in den lateralen Perradien. Gastrokanäle blind endigend.

1. Familie. Cydippidae. Körper kugelig oder eiförmig. Hormiphora. (Fig. 68 p. 79.)

2. Familie. Lobatae. Körper in der Lateralebene comprimirt, mit zwei Mundlappen in der Medianebene. Eucharis.

3. Familie. Cestidae. Körper bandförmig, in der Lateralebene comprimirt, ohne Mundlappen. Cestus.

II. Ordnung. Nuda. Ohne Fangfäden. Mund weit, Schlund sehr geräumig. Gastrokanäle stark verästelt und anastomosirend.

4. Familie. Beroidae. Beroë.

Die Hydrozoen und Scyphozoen stammen wahrscheinlich von festsitzenden Formen ab, die sich von mit dem aboralen Pole festsitzenden Gastrulen nur durch den Besitz von circumoralen Tentakeln (Hydrozoen) oder ausserdem noch durch die Bildung eines ectodermalen Schlundes (Scyphozoen) unterscheiden. Als Zeichen dieser Abstammung (die wir noch bei den freischwimmenden Hydromedusen und Scyphomedusen antreffen) betrachten wir den strahligen Bau und das Fehlen irgendwelcher Organe an der aboralen Körperseite (Exumbrella), d. h. an dem Körpertheile, mit welchem die sedentären Formen befestigt sind; ferner im Zusammenhang damit die Thatsache, dass sehr viele Hydromedusen und manche Scyphomedusen in ihrer Entwickelung entsprechende festsitzende Jugendzustände durchlaufen. Was die Ctenophoren anbetrifft, so erscheint ihre Abstammung von festsitzendeu Formen, wie überhaupt ihre Stellung innerhalb der Cnidarien sehr problematisch. Das Vorhandensein des complizirt gebauten Sinneskörpers am aboralen Pol und das constante Vorkommen von 8 Ruderplättchenreihen mit daran angepasster Gastrokanalanordnung und die bedeutende Abweichung vom streng radiären Typus, weisen darauf hin, dass bei ihnen die schwimmende Lebensweise jedenfalls sehr alt ist.

I. Allgemeines.

Man wird die verschiedenartige Ausbildung der Organisation der Cnidarien verstehen, wenn man sich klar macht, dass sie in allen Fällen auf eine des folgenden Gestaltungsformen zurückzuführen ist.

Die einfachste Form, von der sich alle andern ableiten lassen, ist die des **Hydropolypen** oder der **Hydrula**.

Ein Hydropolyp (Fig. 64 A) (Typus Hydra) ist eine schlauchförmige Gastrula, die mit dem (der Mundöffnung entgegengesetzten) aboralen Pole festsitzt und im Umkreis des Mundes hohle Tentakel als

Ausstülpungen der Leibeswand besitzt. Die Darmhöhle setzt sich in die Tentakel fort. Zwischen Entoderm und Ectoderm findet sich eine structurlose Stützmembran (*sl*).

Aus dem Hydropolypen kann durch Anpassung an die freischwimmende Lebensweise eine höher entwickelte Form, die craspedote Meduse (Fig. 64 B) hervorgehen. Der aborale Körpertheil des Hydropolypen (vom aboralen festsitzenden Pol bis zu den Tentakeln) breitet sich schirm- oder glockenförmig aus und wird zur Exumbrella der Meduse.

Der orale Körpertheil (von den Tentakeln bis zum Mund) breitet sich ebenfalls aus, vertieft sich concav und wird zur Subumbrella. So erhalten wir einen convex-concaven Körper, an dessen kreisförmigem Rande die Tentakel strahlenförmig angeordnet sind (Fig. 65 *A*). In der Mitte der concaven Seite liegt der Mund, und zwar meist an der Spitze einer Hervorragung (Magenstiel, Magenschlauch).

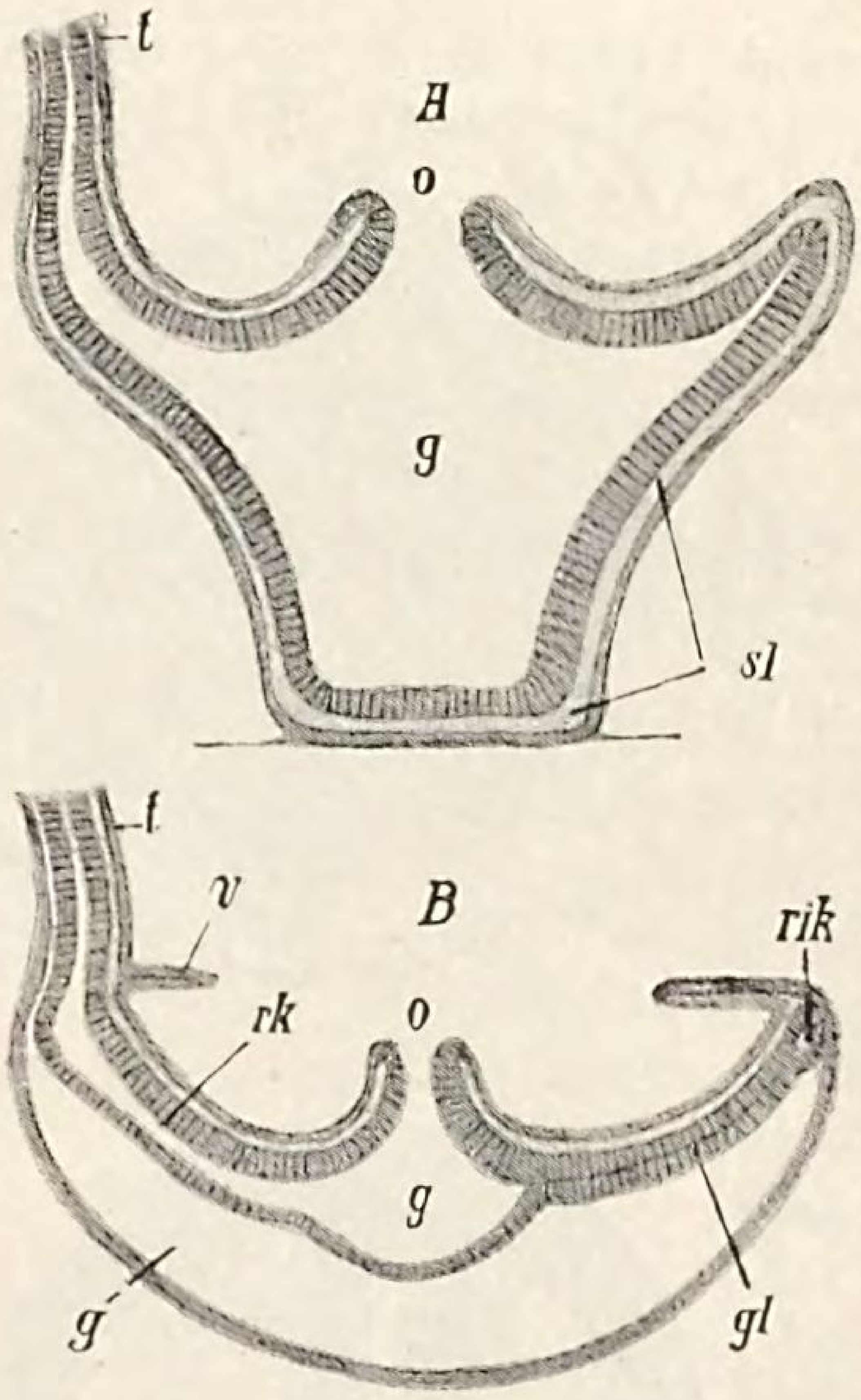


Fig. 64. *A* **Schema eines Hydropolypen** (Längsschnitt); ***B*** **einer craspedoten Meduse.** *o* Mund, *g* Darmhöhle, *t* Tentakel, *sl* Stützlamelle, *g* Gallerte zwischen Ectoderm und Entoderm, *rk* Radialkanal, *gl* Gefässlamelle oder Cathammalplatte, *v* Velum, *rik* Ringkanal.

Die Stützmembran des Hydropolypen verdickt sich stark und wird zur Gallertscheibe der Meduse, einem elastischen, passiven Bewegungs- und Stützorgan. Indem die verdickte Basalmembran des oralen Körpertheils mit derjenigen des aboralen Körpertheils in grosser Ausdehnung — unter Verdrängung des dazwischen liegenden Darmraumes — verschmilzt, wird der ursprünglich in der ganzen Fläche der Scheibe entwickelte Darmraum beträchtlich reducirt. Es erhalten sich nur: 1. Der Hohlraum des Magenstieles, in den der Mund hineinführt.

2. Ein centraler Magen über dem Mundstiel. Diese beiden Theile bilden den Hauptdarm.

3. Ein peripherer Kanal am Rande der Scheibe (der Ringkanal), welcher sich in die Tentakel fortsetzt.

4. Radiär angeordnete Verbindungskanäle zwischen dem centralen Magen und dem peripherischen Ringkanal. Diese Kanäle werden zu ernährenden Gastrokanälen, welche gleichsam die Rolle von fehlenden Blutgefässen spielen und den Organen am Rande der Scheibe die Nahrung vom centralen Magen zuführen. Diese beiden letztern Theile bilden den Kranzdarm.

Bei einigen craspedoten Medusen bleiben nicht nur die Radiärkanäle und der Ringkanal erhalten, sondern es bleibt das Entoderm vom Centrum bis zur Peripherie bestehen, nur werden seine beiden Schichten durch die stark entwickelte orale oder subumbrellare und

aborale oder exumbrellare Gallerte aneinandergepresst und bilden die sogenannte Gefässlamelle oder Cathammalplatte. Die Schichten derselben weichen nur an radiär verlaufenden Streifen so auseinander, dass sie ein Lumen, das Lumen der Radiärkanäle, begrenzen.

Die Radiärkanäle sind bei einfachen Medusen in der 4-Zahl vorhanden und kreuzweise gestellt. Die Radien, in denen sie liegen, werden als Perradien bezeichnet. (Fig. 65 A *a—b*.)

Um die Lage anderer Tentakel und Radiärkanäle, welche zu den 4 perradialen hinzukommen können, und anderer Organe zu bestimmen, bezeichnet man die genau in der Mitte zwischen den 4 Perradien gelegenen Radien als Interradien.

In der Mitte zwischen den 4 Perradien und 4 Interradien liegen die 8 Adradien (*b—c*) und in der Mitte zwischen den 8 ersteren und den 8 letztern die 16 Subradien.

Vom Rande der Scheibe springt eine dünne, muskulöse Membran diaphragmaartig in die Subumbrellarhöhle vor, es ist dies das Velum (*v*), ein Hauptbewegungsorgan der craspedoten Medusen.

Am Rande der Scheibe finden sich ausserdem noch manche Organe, von denen folgende die wichtigsten sind:

1. ein doppelter Nervenring,
2. Randbläschen,
3. Augenflecken,
4. ein Nesselring.

Von diesen Organen werden wir später sprechen.

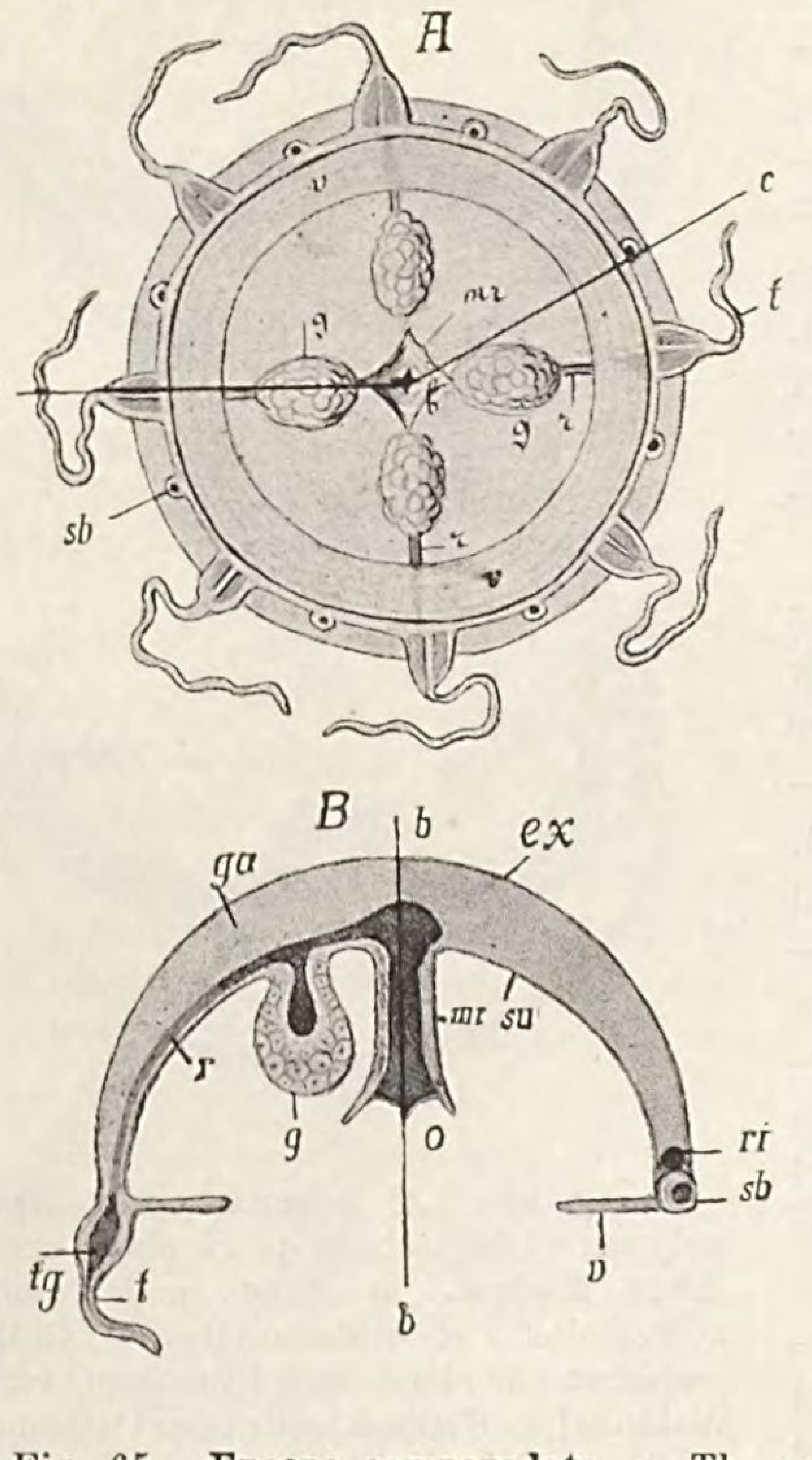


Fig. 65. **Eucope campanulata,** z. Th. nach HAECKEL. *A* von der Fläche. *B* Durchschnitt in der Richtung *a—b—c* der Fig. *A*. *a—b* Perradius, *b—c* Adradius, *t* Tentakel, *sb* Randbläschen, *g* Gonaden, *mr* Magenstiel, *r* Radialkanäle, *v* Velum. *ri* Ringkanal, *ex* Exumbrella, *su* Subumbrella, *ga* Gallerte, *tg* Tentakelgefäss, *b—b* Hauptachse.

Die Ableitung der Medusenform aus der Hydropolypform erscheint um so mehr gerechtfertigt, als die Meduse bei vielen Abtheilungen in der individuellen Entwickelung durch seitliche Knospung aus einem Hydropolypen hervorgeht. Sie stellt dann eine besonders entwickelte Knospe dar, welche die Aufgabe hat, die Geschlechtsprodukte zu bilden und räumlich zu verbreiten.

Der **Scyphopolyp** oder die **Scyphula** (Typus: Lucernaria oder eine einfache Korallenperson) ist die Ausgangsform für die Abtheilung der Scyphozoen, wie der Hydropolyp für die Hydrozoen. Er unterscheidet sich von dem Hydropolypen dadurch, dass

am oralen Pole sich die Umgebung des Mundes zur Bildung eines Schlundrohres in die Darmhöhle einsenkt. (Fig. 99 p. 129.) Das dieses Schlundrohr innen auskleidende Epithel ist also ectodermal. Um das Schlundrohr herum zerfällt die Darmhöhle in 4, 6 oder 8 durch Scheidewände getrennte Taschen; diese Scheidewände setzen sich als frei in die Darmhöhle hineinragende, mit Mesenterialwülsten oder mit Gastralfilamenten besetzte Septen oder Taeniolen an der Leibeswand auch gegen den aboralen Körpertheil fort.

Auf der Stufe der Scyphopolypen verharren im Wesentlichen alle Korallen. (Fig. 66; Fig. 82 p. 105.)

Typisch für dieselben ist die cylindrische oder umgekehrt abgestutzt kegelförmige Gestalt. Der Körper hat eine Aussenwand und zwei annähernd runde Endflächen: eine aborale, die Fussscheibe, mit der das Thier festsitzt, und eine orale, die Mundscheibe, auf welcher (besonders am Rande) die hohlen Tentakel stehen. In der Mitte der Mundscheibe liegt der meist spaltförmig ausgezogene äussere Mund.

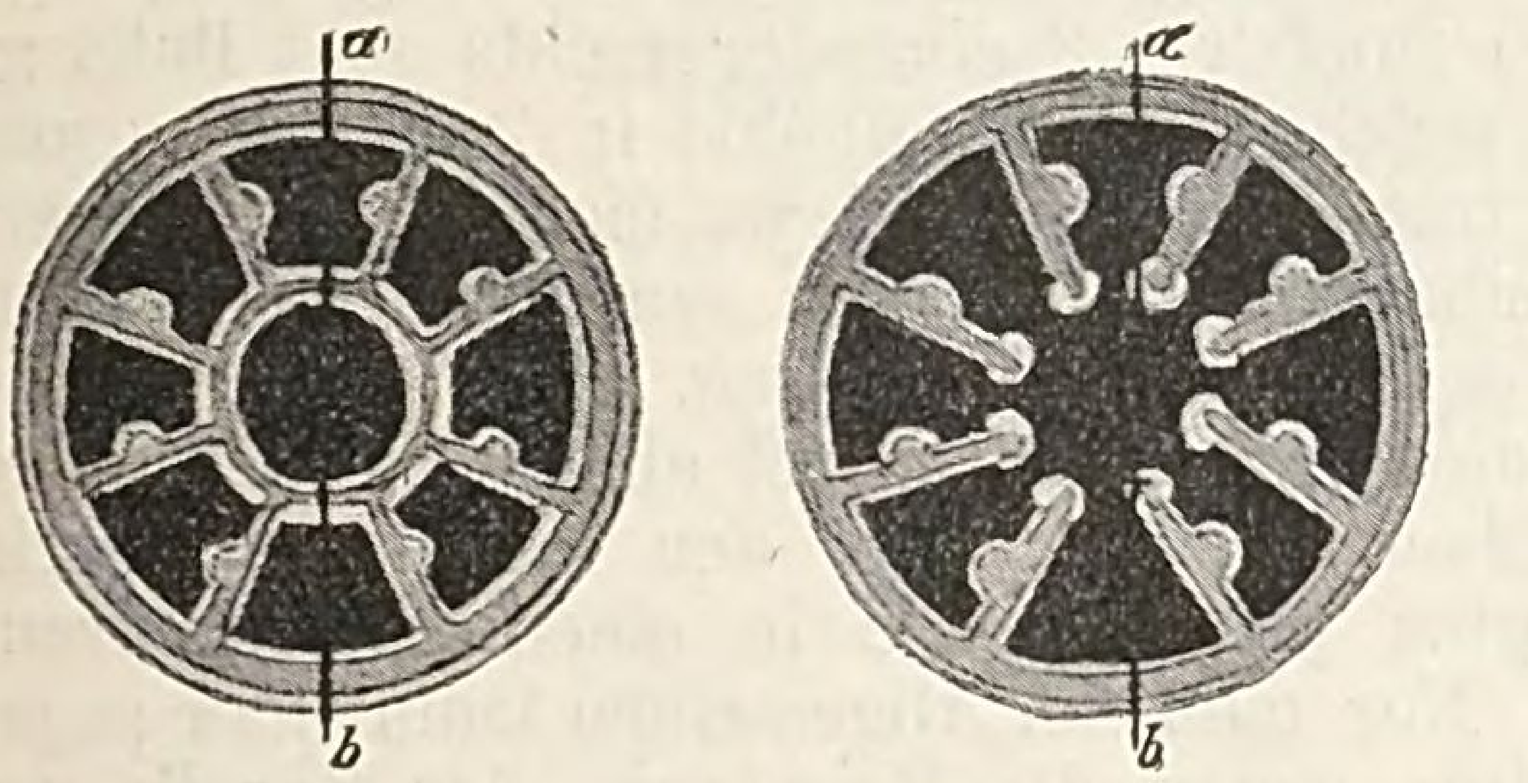


Fig. 66. **Schematische Querschnitte durch eine Korallenperson**, links in der Höhe des Schlundes, rechts in der Höhe der Gastralhöhle. *a* — *b* Richtung der Symmetrieebene.

Der äussere Mund führt, dem Schema des Scyphopolypen entsprechend, nicht direkt in die mit Entoderm ausgekleidete Darmhöhle, sondern in ein Rohr, das durch eine Einstülpung von aussen entstanden und also innen von Ectoderm ausgekleidet ist. Dieses Rohr (Schlundrohr, Stomodaeum) ist an beiden Enden offen. Die eine Oeffnung (der äussere Mund) führt nach aussen, die andere Oeffnung (die Darmpforte) führt in die geräumige Darmhöhle hinein.

Die Wand des Körpers besteht aus dem Ectoderm und Entoderm, zwischen welche sich noch eine mittlere solide Lage einschiebt, von der wir später sprechen werden. Das Entoderm und die mittlere Lage erheben sich von der Leibeswand in senkrechten, in die Darmhöhle hineinragenden, den Körper der Länge nach durchziehenden Falten, den Septen. Diese Septen dringen in der Gegend des Schlundrohres bis zu diesem vor und verschmelzen mit ihm, so dass hier die Darmhöhle durch die Septen in radial um die Schlundröhre gelagerte Kammern oder Taschen eingetheilt erscheint. (Fig. 66 links.)

Im übrigen Theile des Körpers (Fig. 66 rechts) ragen die Septen mit freien innern Rändern in die Darmhöhle vor, die also hier in einen centralen Theil und in radiäre, durch die Septen getrennte Nischen (den Gastrokanälen der übrigen Cnidarien analog) eingetheilt erscheint. Diese Nischen setzen sich in der Gegend des Schlundrohrs direkt in die radialen Taschen zwischen Schlundrohr und Leibeswand fort und diese Taschen selbst wieder in die axialen Höhlen der innen mit Entoderm ausgekleideten Tentakel. (Vergl. Fig. 82 p. 105.) Die Axialhöhlen der Tentakel öffnen sich bisweilen an deren Spitze mit einem Porus nach aussen.

Die Zahl der Tentakel entspricht im Allgemeinen der Zahl der Septen. Die Octocorallia haben 8 Septen und 8 alternirend mit ihnen gestellte Tentakel. Die Tetracorallia besitzen gewöhnlich eine grosse Zahl von Septen, welche immer einem Multiplum von 4 entspricht. Die Hexacorallia besitzen 6 oder 6 n Scheidewände und Tentakel, die in bestimmter hier nicht zu schildernder Weise angeordnet sind. Nur ganz im Allgemeinen kann man sagen, dass die ältesten Septen am weitesten, die jüngsten am wenigsten weit gegen die Axe des Körpers vorragen.

Die meisten Korallen sind nicht streng radiär gebaut, es lässt sich vielmehr sehr oft anatomisch und entwickelungsgeschichtlich eine bilateral-symmetrische Anordnung der Körpertheile nachweisen. Schon die häufig spaltförmige Gestalt des Mundes ergiebt eine Abweichung vom strahligen Bau. Eine in der Hauptaxe des Körpers in der Längsrichtung des Mundes liegende Ebene (Fig. 66 *a—b*) kann man in der That als Medianebene bezeichnen, welche einzig und allein den Körper in 2 spiegelbildlich gleiche Hälften zerlegt.

Wie eine genauere Untersuchung der Ontogenie gezeigt hat, legen sich (z. B. bei Hexacorallia) zunächst 2 einander rechts und links gegenüberliegende Septen an, welche die Gastralhöhle in 2 ungleich grosse Abtheilungen unvollständig trennen. Darauf legen sich in der grössern, meinetwegen vordern Abtheilung 2 neue Septen symmetrisch an; dann 2 symmetrische Septen in der hintern Abtheilung. Das Auftreten der übrigen Septen geschieht nun durchaus nicht bei allen Anthozoen nach einem und demselben einfachen Schema. (Bei den meisten Actinarien entstehen die übrigen Septen paarweise je in einem Zwischenraum zwischen 2 ältern Septen). Nur ganz im Allgemeinen kann man sagen, dass die Septen um so weiter gegen die Hauptaxse der Koralle vorragen, je älter sie sind. Auch die Tentakel entstehen symmetrisch zur Medianebene über den zwischen 2 benachbarten Septen liegenden Interseptalräumen der Gastralhöhlen.

Am freien innern Rande der Septen inseriren sich bei allen Korallen die Mesenterialwülste oder Mesenterialfilamente.

Wie auf den Hydropolypen oder die Hydrula die freischwimmende craspedote Meduse zurückgeführt werden kann, so lässt sich die freischwimmende acraspede oder Scypho-Meduse (Fig. 67 und Fig. 70 p. 84) von dem Scyphopolypen oder der Scyphula ableiten. Die niedern Acraspeden mit hochgewölbtem, oft becherförmigem Körper unterscheiden sich nur wenig von der Scyphula, und wir treffen unter ihnen noch festsitzende Formen (z. B. die Lucernarien). Die 4 radiären, durch Septen getrennten Magentaschen sind noch vorhanden oder sie fliessen in einen grossen Ringsinus zusammen, indem die Septen sich auf 4 knotenförmige Verbindungen der subumbralen und exumbralen Magenwand beschränken, zwischen denen hindurch der Ringsinus mit dem Centralmagen in weiter, offener Communication steht. Auch setzen sich die 4, Phacellen oder Büschel von Gastralfilamenten tragenden Septen als Magenleisten oder Taeniolen an der exumbralen Darmwand gegen den aboralen Körperpol fort. Bei den höhern Acraspeden, den Discomedusen, legen sich die exumbralen und subumbralen Wandungen des Kranzdarmes (Ringsinus) aneinander, so dass auch hier wieder eine Cathammalplatte entsteht, in welcher als Reste des anfänglichen Ringsinus mannigfach gestaltete Radiärkanäle und Radiärtaschen zurückbleiben, an denen die beiden

Schichten der Cathammalplatte auseinanderweichen, das Lumen der erwähnten Kanäle zwischen sich lassend. Die Ableitung auch der Discomedusen von einer Scyphulaform wird ferner gerechtfertigt durch die Thatsache, dass bei manchen von ihnen die Scyphula als festsitzendes Jugendstadium auftritt (Fig. 99 p. 129).

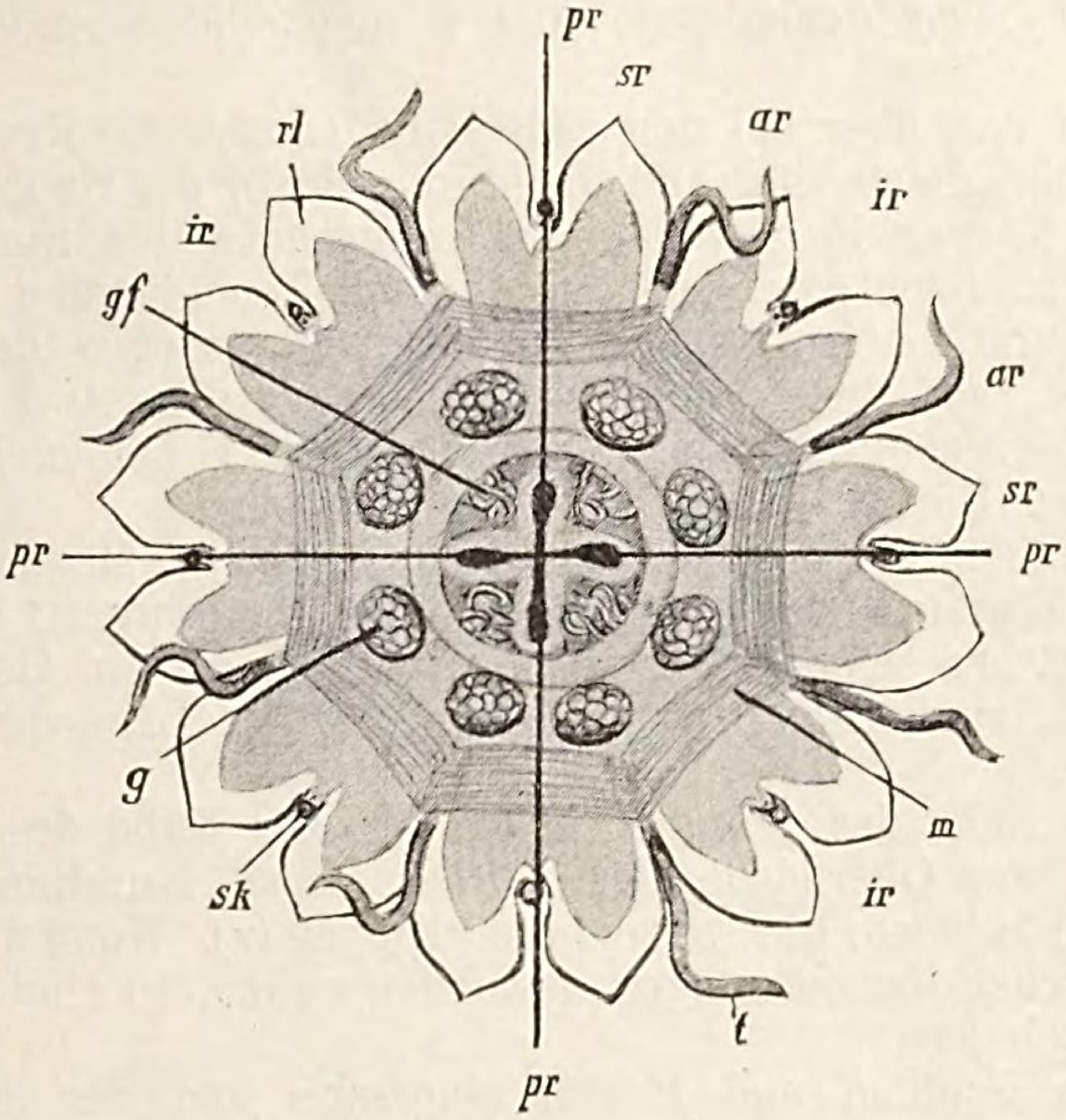


Fig. 67. **Nausithoë.** *pr* Perradien, *ir* Interradien, *ar* Adradien, *sr* Subradien, *rl* Randlappen, *t* Tentakel, *gf* Gastralfilamente, *m* Kranzmuskel der Subumbrella, *sk* Sinneskolben (Rhopalien), *g* Geschlechtsdrüsen (Gonaden); in der Mitte das Mundkreuz.

Die 3. Hauptform der Cnidarien ist die **Ctenophore** oder **Rippenqualle** (Fig. 68). Ihr Körper stellt ein Ovoid dar mit einer ungleichpoligen Hauptaxe, welche die beiden Pole des Ovoides verbindet. An dem einen Pole der Hauptaxe (dem oralen) liegt der Mund. Den entgegengesetzten Pol bezeichnen wir, wie bei den übrigen Cnidarien, als aboralen Pol.

Die Mundöffnung führt in eine geräumige in der Hauptaxe liegende Höhle, die ontogenetisch durch eine Einstülpung von aussen entsteht und wie das Schlundrohr der Scyphozoen von Ectoderm ausgekleidet ist. Wir bezeichnen diese Höhle als Schlundhöhle (Magen der Autoren) (*s*).

Die Schlundhöhle ist in ihrem Umkreise nicht rund oder strahlig, sondern stark abgeplattet; ihr Lumen erscheint auf einem Querschnitt wie ein Spalt. Darin finden wir schon die erste Abweichung vom radiären Körperbau der Medusen. Eine Ebene, welche in der Richtung des plattgedrückten Schlundrohres verläuft und in der die Hauptaxe liegt, nennen wir die Medianebene (*c*—*d*).

Aus dem Schlundrohr gelangen wir durch eine zweite Oeffnung in eine darüber gelegene, kleinere, von Entoderm ausgekleidete Höhle, den Magen (*m*). Der Magen ist senkrecht auf die Hauptaxe und die Medianebene verlängert, bildet also bei Betrachtung des Thieres vom aboralen oder

auch vom oralen Pole aus ein Kreuz mit dem Schlunde. Eine durch die Hauptaxe in der Richtung des Magens gelegte Ebene steht senkrecht auf der Medianebene, wir bezeichnen sie als Lateralebene (*e—f*).

Median- und Lateralebene kreuzen sich also rechtwinklig in der Hauptaxe. Ihnen entsprechen zwei Kreuzaxen, welche rechtwinklig auf einander und auf der Hauptaxe stehen — ähnlich wie die Kreuzaxen der Medusen, von denen jede aus 2 gegenüberliegenden Perradien besteht.

Während nun aber bei den radiären Medusen die Kreuzaxen unter sich vollständig gleich sind und die durch sie in die Hauptaxe gelegten Ebenen den Körper in 4 vollständig congruente Quadranten zerlegen, sind die beiden Kreuzaxen bei den Ctenophoren einander nicht gleichwerthig und die Lateral- und Medianebenen zerlegen den Körper in 4 Quadranten, von denen nur die 2 einander diametral gegenüberliegenden einander congruent sind. Eine jede der beiden Ebenen allein aber theilt den Körper in 2 congruente Hälften.

Am aboralen Pole liegt bei den Ctenophoren im Gegensatz zu allen übrigen Coelenteraten ein complicirt gebautes Sinnesorgan: der Sinneskörper, welcher seinem Bau nach am besten als ein Gehörorgan bezeichnet wird, vielleicht aber zur Regulirung der Lage des Körpers im Wasser dient.

Von der Nähe des aboralen Poles bis zur Nähe des oralen Poles verlaufen an der Oberfläche des Körpers in 8 Meridianen 8 Reihen von Schwimmplättchen, die sogenannten Rippen (*r*). Wenn wir die bei den Medusen üblichen Bezeichnungen anwenden wollen, so sind diese Rippen adradial gelagert.

Zwischen Schlund und Magen einerseits und der äussern Haut anderseits findet sich eine bei den meisten Ctenophoren stark entwickelte Gallerte, in welcher verschiedene Gewebselemente eingebettet liegen.

Vom Magen aus entspringen, ähnlich den Radialkanälen der Medusen (oder den radiären Magentaschen der Korallen) von Entoderm ausgekleidete Gastrokanäle, die in verschiedenem Verlaufe durch die Gallerte hindurch gegen die Oberfläche des Körpers vordringen. Wir können 4 Arten solcher Kanäle unterscheiden.

A. 4 Kanäle, welche gewissermaassen interradial aus dem Magen entspringen. Ein jeder dieser Kanäle spaltet sich dichotomisch; so entstehen 8 adradiale Kanäle, diese verlaufen an die Rippen, wo sie in ebenso viele unter den Rippen verlaufende adradiale Meridian- oder Rippengefässe einmünden.

B. 2 Kanäle, welche perradial, und zwar in der Lateralebene (d. h. in den lateralen Perradien) der Breitseite des Schlundes entlang gegen den oralen Pol verlaufen und dort blind endigen, die Schlundgefässe (Magengefässe der Autoren) (*sg.*)

C. 2 Kanäle, welche perradial, und zwar in der Lateralebene (d. h. in den lateralen Perradien) entspringen und an die Wand der Tentakeltaschen herantreten (Tentakelgefässe) (*tg*).

D. Ein unpaarer Kanal (*ag*), der in der Hauptaxe des Körpers gegen den aboralen Pol verläuft und sich unter dem Sinneskörper in 2 Aeste spaltet, die in den medianen Perradien liegen. Ein jeder dieser Aeste spaltet sich wieder in 2, so kommen 4 interradiale Aestchen zu stande, von denen gewöhnlich 2 diametral gegenüberliegende sich am Sinnespol nach aussen öffnen, während die andern mit den erstern

kreuzweise gestellten blind endigen. Seltener münden alle 4 Aeste nach aussen. Der Sinneskörper liegt zwischen diesen 4 Aesten des aboralen Gefässes (Trichtergefäss der Autoren).

Bei vielen Ctenophoren sind ferner noch 2 solide, gefiederte Tentakel entwickelt, in welche sich das Gastrokanalsystem nicht fortsetzt. Bei ganz jungen Thieren liegen diese Tentakel in der Nähe des aboralen Poles, später aber rücken sie mehr gegen den oralen Pol.

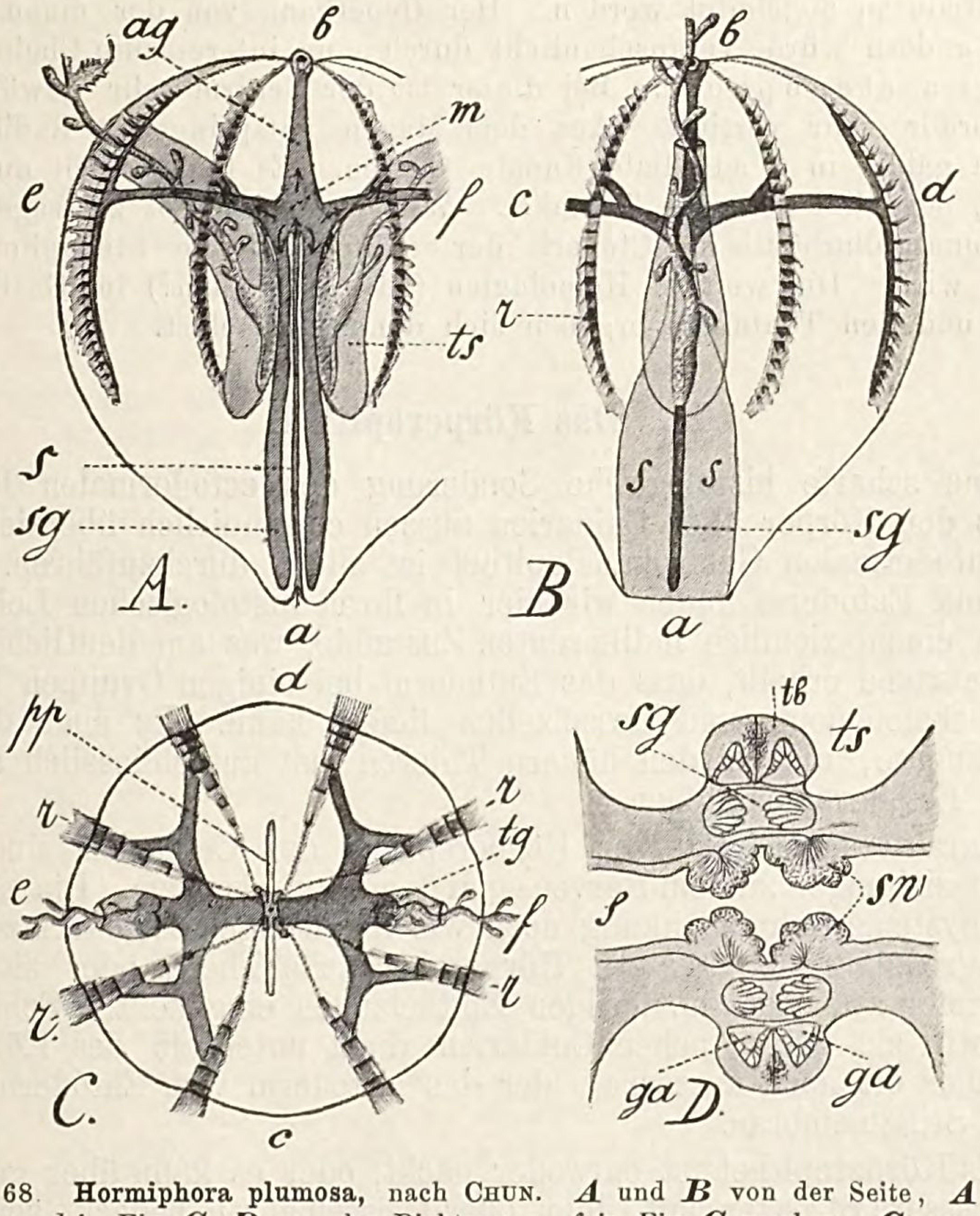


Fig. 68. **Hormiphora plumosa,** nach Chun. *A* und *B* von der Seite, *A* von der Richtung *c—d* in Fig. *C*, *B* von der Richtung *e—f* in Fig. *C* gesehen. *C* vom aboralen oder Sinnespol aus gesehen. *a—b* Hauptaxe, *c—d* Richtung der Medianebene, *e—f* Richtung der Lateralebene, *a* oraler, *b* aboraler Pol, *m* Magen, *s* Schlund, *sg* Schlundgefässe, *tg* Tentakelgefässe, *ag* aborales Gefäss, *r* Rippen, *ts* Tentakelscheide, *pp* Polplatten. *D* Stück eines Querschnittes durch den Schlund *s*. *tb* Tentakelbasis, *sw* Schlundwülste, *ga* Aeste des Tentakelgefässes.

Die Tentakel inseriren sich im Grunde sackförmiger Einsenkungen der äussern Haut, der sogenannten Tentakelscheiden (*ts*), in welche sie zurückgezogen werden können. Sie liegen in den lateralen Perradien.

Bei vielen Ctenophoren ist der Körper auf dem Querschnitt rund, bei andern ist er entweder in der Lateral- oder in der Medianebene comprimirt. Ersteres ist bei den Cestiden so sehr der Fall, dass der Körper in der Medianebene zu einem langen Bande ausgezogen erscheint.

Vergleichen wir nun die Ctenophorenform mit den übrigen Cnidarienformen, so fallen uns sofort wichtige Unterschiede auf. Die Ctenophoren weichen in eigenthümlicher Weise — doch nach einer andern Richtung hin als die Korallen — von der rein strahligen Grundform ab, indem die beiden Kreuzaxen ungleich werden. Mit den Scyphozoen stimmen sie in dem Besitze eines ectodermalen Schlundes überein, weichen aber sonst stark von ihnen ab.

Nach der Ansicht einiger Forscher müssen die Ctenophoren von craspedoten Medusen abgeleitet werden. Der Uebergang von der einen Gruppe zu der andern würde veranschaulicht durch eine interessante Cladonemide: Ctenaria ctenophora. Bei dieser ist der Schirm sehr gewölbt, die Subumbrella sehr vertieft. Aus dem Magen entspringen 4 Radiärkanäle die sich gablig in 8 adradiale Kanäle theilen. Es finden sich nur 2 gefiederte, perradial gelegene Tentakel. Wir brauchen blos zu sagen, dass die Subumbrellarhöhle der Ctenaria der Schlundhöhle der Ctenophoren verglichen wird. Die weitern Homologien (oder Analogien?) im Gastrokanalsystem und den Tentakeln ergeben sich dann von selbst.

II. Das Körperepithel.

Eine scharfe histologische Sonderung des ectodermalen Epithels, welches den Körper aller Cnidarien aussen continuirlich überzieht, von dem entodermalen Gastrokanalepithel ist nicht durchzuführen. Entoderm und Ectoderm finden wir hier in ihren histologischen Leistungen noch in einem ziemlich indifferenten Zustande, was am deutlichsten aus der Thatsache erhellt, dass das Entoderm bei einigen Gruppen Nerven- und Muskelelemente und Nesselzellen liefern kann. Es sind dies Gewebselemente, die bei den höhern Thieren fast ausschliesslich aus und in dem Ectoderm entstehen.

Charakteristisch für das Körperepithel der Cnidarien sind seine engen Beziehungen zu dem Nerven- und dem Muskelsystem. Die Elemente dieser Systeme nehmen häufig noch wie die übrigen Ectodermzellen an der Begrenzung der äussern Körperoberfläche Theil; oder sie liegen etwas tiefer zwischen die übrigen Epithelzellen eingekeilt. Schliesslich finden wir sie bei manchen Cnidarien dicht unterhalb des Körperepithels, aber oft noch ausserhalb der das Ectoderm vom Entoderm scheidenden Stützmembran.

Das Körperepithel ist entweder nackt, oder es kann über geringere oder grössere Strecken mit Cilien oder Geisselhaaren bedeckt sein. Die in 8 meridianen Reihen angeordneten Schwimm- oder Ruderplättchen der Ctenophoren bestehen aus mit einander verkitteten Cilien.

Im Körperepithel aller Cnidarien mit Ausnahme der Ctenophoren finden wir als sehr charakteristische Elemente die Nesselzellen (Fig. 69 a, b). Diese Nesselzellen enthalten in ihrem Innern eine Nesselkapsel mit spiralig aufgerolltem, oft Widerhaken tragendem Faden, der bei einer Reizung der Haut ausgestülpt und hervorgeschleudert werden kann und eine nesselnde Wirkung hervorbringt.

Die Nesselkapseln oder Nematocysten sind mikroskopische Kleborgane und zugleich Schutz- und Angriffswaffen der Cnidarien. Sie finden sich besonders zahlreich an exponirten Körperstellen und an Organen, die zum Erfassen der Beute dienen: um den Mund, an den Tentakeln, am Scheibenrande der Medusen. An den Tentakeln von Hydro- und Scypho-

medusen, besonders aber an den sogenannten Fangfäden der Siphonophoren sind sie haufenweise zu „Nesselknöpfen“ oder „Nesselbatterien“ angesammelt.

Im Körperepithel der Ctenophoren kommen eigenthümliche Klebzellen (Fig. 69 c) mit höckriger und klebriger Oberfläche vor. Ihre Basis verlängert sich in einen spiralig gewundenen contractilen Faden.

Neben den Nerven-, Sinnes-, Muskel-, Nessel-, Flimmer-, Geissel- und Deckzellen finden sich bei manchen Cnidarien, besonders reichlich bei Ctenophoren, noch verschiedenartige Drüsen- und Pigmentzellen im Körperepithel.

III. Das Gastrovascularsystem.

Das Gastrovascularsystem ist in seinem allgemeinen Verhalten schon in der allgemeinen Uebersicht besprochen worden. Es ist dasjenige Organsystem, welches für die Cnidarien am meisten charakteristisch ist und bei einigen Gruppen einen sehr hohen Grad von Complication erlangt. Diese steht in direktem Verhältniss zu der Complication der übrigen Körpertheile, was wir sofort begreifen, wenn wir erfahren, dass das Gastrovascularsystem, wie der Name sagt, bei den Cnidarien nicht nur die Verdauung, sondern auch die Circulation besorgt. Je massiger der Körper wird und je zahlreicher und complicirter seine Organe, um so mehr muss dafür gesorgt werden, dass diesen Organen durch Gastrovascularkanäle oder -Gefässe Nahrung zugeführt wird.

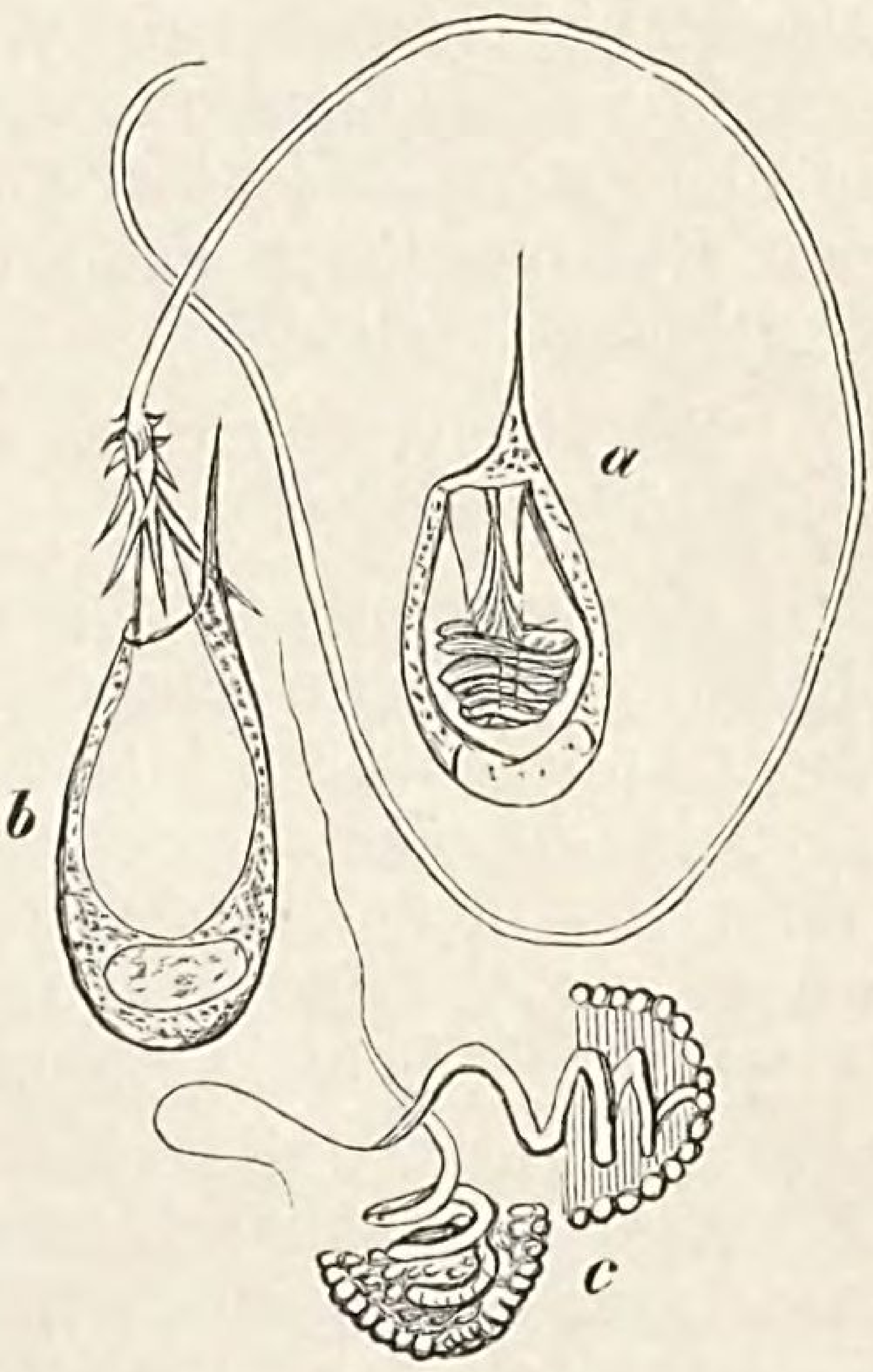


Fig. 69. *a*, *b* Nesselzellen einer Hydroide, Cordilophora, nach F. E. Schulze. *c* Greif- oder Klebzellen einer Rippenqualle, nach Chun.

Von einem solchen Gesichtspunkt aus wird die complicirte Anordnung des Gastrovascularsystems der Medusen und Ctenophoren sofort verständlich. Bei den Medusen ist der Schirmrand durch den Besitz zahlreicher Organe (Tentakel, Velum, Gehörbläschen, Nesselring, Nervenring, Augenflecken, Sinneskörper) ausgezeichnet. Die Subumbrellarseite ist stark muskulös, während die Exumbrella öde ist. Bei der Nothwendigkeit der Gallerte als passives Bewegungs- und Stützorgan müssen deshalb besondere Gastrokanäle (Radiärgefässe) in der Nähe der Subumbrella verlaufen und den am Scheibenrand gelegenen Organen Nahrung zuführen. Zu diesem Zwecke dient auch der Ringkanal, in den sie einmünden. Ebenso deutlich sind die Beziehungen der Gastrokanäle zu den übrigen Organen des Körpers, bei den mit einem mächtigen Gallertgewebe zwischen Ectoderm und Entoderm ausgestatteten Ctenophoren. Die wichtigsten Organe des Körpers abgesehen von den Geschlechtsorganen, sind in dieser Gruppe: der Sinneskörper am aboralen Pole, die 8 Rippen, die 2 Tentakel — dem entsprechend finden wir ein aborales Gefäss, ferner 8 Gefässe, die vom Magen zu den Rippen verlaufen und in 8 die Rippen in ihrem Verlaufe begleitende Rippengefässe einmünden, ferner 2 Gefässe, die an die Basis der Tentakel hinantreten.

Nach der ontogenetischen Entstehung des Gastrokanalsystems können wir bei den Cnidarien zwei Haupttypen desselben unterscheiden. Bei dem einen Typus, der sich bei den Hydrozoen vorfindet, geht das ganze Gastrokanalsystem aus dem entodermalen Darme der Larve hervor. Bei dem zweiten Typus, der für die Scyphozoen und Ctenophoren charakteristisch ist, besteht das Gastrokanalsystem aus einem ectodermalen und einem entodermalen Theile. Der erstere, den wir bei Embryonen und Larven, überhaupt bei den Jugendstadien als Stomodaeum, bei den erwachsenen Thieren als Schlund bezeichnen, entsteht durch eine am oralen Pole sich vollziehende Einsenkung des Ectoderms in das Innere des Körpers. Dieser Schlund wird bei den Scyphomedusen dargestellt durch die innere Auskleidung des Mund- oder Magenstieles bis zu der Ansatzstelle der Gastralfilamente, bei den Korallen durch das in die verdauende Höhle führende Rohr, bei den Ctenophoren durch den bisher unpassend als Magen bezeichneten Anfangstheil des Gastrokanalsystems. Der Mund der Hydromedusen führt also direkt in den entodermalen Darm; der ihm nicht gleichwerthige Mund der Scyphomedusen, Anthozoen und Ctenophoren führt zunächst in den ectodermalen Schlund und erst von da aus durch die dem Munde der Hydromedusen entsprechende Darmpforte in das entodermale Gastrokanalsystem.

Bei allen Thieren von den Coelenteraten aufwärts ist ein ectodermaler Schlund vorhanden.

Der entodermale Darm tritt uns in seiner einfachsten Form bei den Hydroiden entgegen: ein einfacher, dem Ectoderm von innen dicht anliegender Schlauch, von dem aus hohle oder solide Fortsätze sich in die Tentakelachsen hinein erstrecken. Es finden sich ziemlich verbreitet in der Längs- oder Hauptachse des Körpers verlaufende Verdickungen der Darmwandungen, Magenwülste, die bisweilen in der Vierzahl regelmässig kreuzweise gestellt sind.

Die Form des Darmes der Scyphula haben wir schon in der Einleitung erwähnt; ebenso haben wir dort die allgemeine Anordnung des Gastrokanalsystems bei den Anthozoen beschrieben. Wir fügen hier noch hinzu, dass die Septen, welche im Umkreise des Schlundes die Magentaschen von einander trennen, bisweilen in der Nähe der Mundscheibe durch ein Loch unterbrochen sind, so dass eine Art Ringkanal zu Stande kommt. Die hohlen Fortsätze des Gastrokanalsystems in den Tentakelachsen öffnen sich bisweilen am freien Ende der Tentakel durch einen Porus nach aussen. Der freie, gegen die Hauptachse der Corallenperson zugekehrte Rand der Septen ist verdickt und verlängert sich in frei in die Darmhöhle hineinragende Mesenterialfilamente. Das Epithel dieser letztern enthält zahlreiche Drüsenzellen; mitunter auch Nesselzellen. Einzelne solcher Filamente, die sogenannten Acontien, sind besonders lang, wurmförmig, und können entweder durch den Mund oder durch besondere Poren der Leibeswand nach aussen vorgeschnellt werden. Sie kommen bei den Actinien vor.

In welcher Weise das Gastrokanalsystem der craspedoten Medusen, (Hydromedusen) auf den Darm der Hydrulaform, das Gastrokanalsystem der Acraspeden (Scyphomedusen) auf den Darm der Scyphulaform zurückgeführt werden muss, ist schon in der allgemeinen Uebersicht gezeigt worden.

Verhältnissmässig selten erhält sich bei den Craspedoten die

Vierzahl der Radiärkanäle. Bei den meisten Formen vermehrt sich die Zahl derselben und bei einigen (Aequoriden) existiren sehr zahlreiche (über 100) Radiärkanäle, die strahlenförmig vom centralen Magen gegen den Scheibenrand verlaufen und hier in den Ringkanal einmünden. Es kommen auch neben und zwischen den Radiärkanälen bei einigen Craspedoten Centripetalkanäle vor, welche vom Ringkanal mehr oder weniger weit gegen den Centralmagen zustreben, ohne diesen zu erreichen. Die Radiärkanäle können verästelt sein und die Aeste blind endigen oder in den Ringkanal einmünden. Der Centralmagen kann in Abtheilungen zerfallen, die in der Hauptachse übereinanderliegen Die unterste Abtheilung ist der Mundmagen, in dem in der Mitte der Subumbrella herunterhängenden Mundstiel oder Magenstiel enthalten. Der Magenstiel, an dessen freiem Ende der Mund liegt, kann sehr verschieden entwickelt sein, von einem kurzen weiten Rohr bis zu einem weit aus der Subumbrellarhöhle hervortretenden langen, schlauchförmigen Gebilde. Der Mund ist entweder einfach viereckig oder kreuzförmig, oder in 4 Zipfel oder Lappen ausgezogen, bisweilen mit Mundtentakeln, Mundwarzen und Mundgriffeln besetzt. Der Mundrand ist gewöhnlich stark mit Nesselzellen bewaffnet.

Das Gastrokanalsystem der Acraspeden oder Scyphomedusen (Fig. 67 p. 77, Fig. 70) zeigt in der Anordnung seiner einzelnen Abschnitte eine noch viel grössere Mannigfaltigkeit als das der Craspedoten. In einzelnen Gruppen ist es wunderbar complicirt gebaut und bisweilen zeigt es eine so grosse Uebereinstimmung mit dem Gastrokanalsystem gewisser Craspedoten, dass man, wenn man ausserdem noch an die grosse Aehnlichkeit in der Körperform denkt, Mühe hat, daran zu glauben, dass Acraspeden und Craspedoten zwei schon nahe an ihrer Wurzel scharf getrennte Zweige der Cnidarien sein sollen. Wir betrachten zunächst:

Das Mundrohr oder den Mundstiel, welcher, im Gegensatz zu den Craspedoten, den ectodermalen Schlund umschliesst. Das Mundrohr ist gewöhnlich kurz und entweder mit einfacher, viereckiger oder kreuzförmiger Oeffnung oder — bei den meisten grossen Acraspeden — in 4 lange, kräftige Mundarme ausgezogen. Diese 4 perradialen Mundarme werden durch tiefe Zweispaltung bis zu ihrer Basis zu den 8 Mundarmen der Rhizostomeen, welche durch folgende eigenthümliche Organisationsverhältnisse ausgezeichnet sind.

Jeder Mundarm vertieft sich an der der Hauptachse zugekehrten Seite rinnenartig in der Längsrichtung. Dieser inneren Rinne entspricht nach aussen eine vorspringende Mittelrippe. Die Rinne wird tiefer und die den Eingang zu ihr begrenzenden gekräuselten Seitenränder der Mundarme vereinigen sich über der Rinne und verwachsen mit einander, so dass jetzt die Rinne zu einem geschlossenen Kanal wird. Indem die Verwachsung in der ganzen Länge der Mundarme bis zu ihrer Basis sich vollzieht und sich auch auf die Ränder der an der Basis der Arme liegenden Mundöffnung erstreckt, wird diese vollständig geschlossen. Die Verwachsung der gekräuselten Ränder der Arme geschieht aber so, dass zahlreiche offene Kanälchen übrig bleiben (Saugmündchen) (Fig. 70 *D sm*), welche von aussen in den Centralkanal der Mundarme hineinführen. Dieser führt selbst wieder in den geschlossenen Schlund. Bei allen Rhizostomeen ist also die ursprüngliche Mundöffnung geschlossen und wird ersetzt durch die zahlreichen Saugmündchen an den hohl gewordenen Mundarmen.

Am entodermalen Gastrokanalsystem können wir, ebenso wie bei den Craspedoten, einen Centraldarm oder Hauptdarm von dem peripherischen Kranzdarm unterscheiden. Der Hauptdarm kann in zwei übereinanderliegende Abtheilungen zerfallen, von denen stets die untere mit dem Kranzdarm communicirt. An der Wand des Hauptdarms

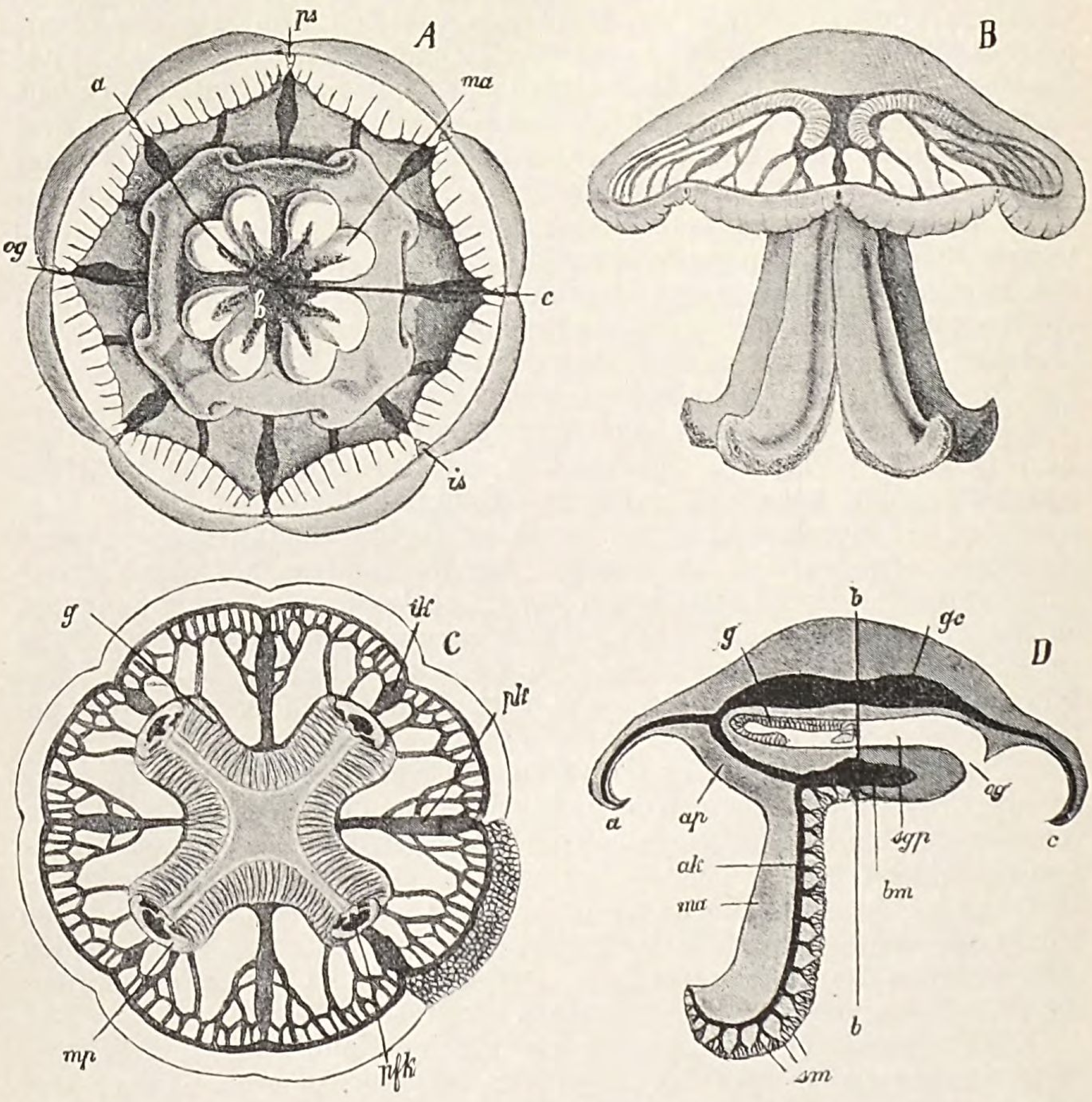


Fig. 70. **Cannorhiza connexa**, nach Haeckel. *A* von der Subumbrella, *B* von der Seite gesehen, *C* von der Subumbrella, nachdem durch Durchschneiden der Mundpfeiler die Mundarme mit dem Buccalmagen entfernt worden. *D* Schnitt in der Richtung der Hauptachse und der Linie *a.b.c* in Fig. *A*. *a—b* Annähernd ein Interradius, *b—c* Perradius, *og* Subgenitalostien, *ma* Mundarme, *ps* perradiale, *is* interradiale Sinneskolben, *g* Gonaden, *mp*, *ap* Mundpfeiler, Armpfeiler, *pfk* Pfeilerkanäle, *pk* perradialer, *ik* interradialer Gastrokanal, *b—b* Hauptachse, *sgp* Subgenitalporticus, *bm* Buccalmagen, *ak* Armkanal, *sm* Saugmündchen, *gc* Centralmagen.

sämmtlicher Acraspeden (im Gegensatz zu den Craspedoten) finden sich 4 interradiale oder 8 adradiale bewegliche, fadenförmige Gastralfilamente oder — gewöhnlich — Büschel (Phacellen) von Gastralfilamenten, deren Basis die Grenze zwischen Schlund und entodermalem Hauptdarm bezeichnet. Der Kranzdarm ist sehr verschiedenartig ausgebildet. Bei

niedern Acraspeden, die auch dadurch, dass sie mit einem aboralen Stiele festsitzen (Lucernarien), oder durch ihre becherförmige Gestalt an die Scyphula erinnern, besteht der Kranzdarm noch aus 4 weiten, durch schmale Septen getrennten Taschen, die mit dem Hauptdarm communiciren und ausserdem am Scheibenrande in Folge einer Durchbrechung der Septen in einen Ringkanal einmünden. Reduciren sich die Septen auf 4 Verbindungsknoten der exumbrellaren und umbrellaren Wand des Kranzdarmes im unmittelbaren Umkreis des Hauptdarms, so fliessen die vier Taschen zu einem geräumigen Ringsinus zusammen, der im ganzen Scheibenbezirke herrscht und zwischen den Verwachsungsknoten hindurch mit dem Hauptdarm communicirt. — Bei den höhern Acraspeden zerfällt dieser Ringsinus durch partielle Verwachsungen seiner exumbrellaren und subumbrellaren Wandungen in 8, 16, 32 oder mehr radiale Kammern oder auch Radiärkanäle, die bei manchen Formen, indem sie mit einander anastomosiren oder sich verästeln, ein äusserst zierliches Netz von Kanälen gegen den Scheibenrand hin bilden (Fig. 70 *C*).

Excretionsporen des Gastrokanalsystems. Bei verschiedenen Medusen, sowohl Acraspeden als Craspedoten hat man am Rande der Scheibe kleine, oft auf der Spitze von Papillen liegende Oeffnungen beobachtet, welche eine Communication des peripheren Gastrokanalsystems mit der Aussenwelt vermitteln.

Das Gastrokanalsystem der Ctenophoren (Fig. 68 p. 79) haben wir in seinem allgemeinen Verhalten ebenfalls schon charakterisirt. Wir wollen hier noch erwähnen, dass die Meridiangefässe bei gelappten Rippenquallen, ferner bei den Cestiden und Beroiden am oralen Körpertheile mit einander und mit den Schlundgefässen communiciren, dass sie auch in ihrem ganzen Verlaufe bei Beroiden zahlreiche sich verästelnde und anastomosirende Ausläufer aussenden, die zum Theil in die Gallerte eindringen oder zu einem peripherischen Maschenwerke zusammentreten. Zum Zwecke der Ernährung der oft stark entwickelten Mundlappen der gelappten Rippenquallen verlaufen die Meridiangefässe auf denselben in zahlreichen, arabeskenartigen Windungen.

Histologisches. Ganz allgemein tragen die Epithelzellen des Gastrokanalsystems je ein einziges Geisselhaar, sind also Geisselzellen. Unter den Epithelzellen giebt es Drüsenzellen, Nesselzellen, Zellen mit verschiedenartigen Einschlüssen als Produkten des Stoffwechsels, Epithelmuskelzellen u. s. w. Sehr häufig vermögen die Darmepithelzellen an ihrer gegen das Lumen des Gastrokanalsystems zugekehrten Seite amöboide oder pseudopodisenartige Fortsätze auszuschicken und mit Hülfe derselben kleine Nahrungspartikeln nach Art der Rhizopoden in das Innere ihres Zellenleibes aufzunehmen (intracelluläre Nahrungsaufnahme).

IV. Die Muskulatur.

Bei den Hydroiden und Siphonophoren findet sich vor allem ein System von Längsfasern, welche in der Tiefe des äussern Körperepithels in der Richtung vom oralen zum aboralen Pole am Körper und an den Tentakeln verlaufen. Diese Fasern, welche die Fortsätze von ectodermalen Neuromuskel- oder Epithelmuskelzellen darstellen, dienen zur Contraction des Körpers und der Tentakel. Ferner existirt bei den erwähnten Formen, besonders bei den Siphonophoren, ein System von Ringfasern, die unter dem entodermalen Epithel als

Fortsätze entodermaler Epithelmuskelzellen verlaufen. Durch die Contraction dieser Fasern wird der Körper, werden die Tentakel verlängert, ausgestreckt. Bei den medusoiden Schwimmglocken der Siphonophoren ist, gerade wie bei den craspedoten Medusen, eine Schicht quergestreifter ectodermaler Ringmuskelfasern an der Subumbrella und im Velum entwickelt.

Auch bei den Medusen finden wir die beiden Systeme, das System von Längsmuskeln und das System von Ringmuskeln, doch ist letzteres hier ectodermal. Die Längsmuskelfasern sind gewöhnlich glatt, die Ringmuskelfasern gewöhnlich quergestreift. Die Muskelfasern sind meist Fortsätze von Epithelmuskelzellen; doch kommen auch Muskelbänder und Muskelzüge vor, die sich ganz vom Epithel loslösen und als mesodermale Muskeln selbständig im Gallertgewebe verlaufen. Die Exumbrella ist arm an Muskeln oder entbehrt derselben gänzlich. Am übrigen Körper zerfällt sowohl die Längsmuskulatur als die Ringmuskulatur in 3 Systeme: 1. in ein System, das sich am Magen oder Mundstiel, 2. ein System, das sich an der Subumbrella von der Basis des Mundstieles bis zum Scheibenrande erstreckt, und 3. ein am Scheibenrande selbst entwickeltes System (Muskulatur der Tentakeln, des Velum, des Velarium). Dem entsprechend sind die 3 Systeme der Längsmuskulatur folgende:

A. Die Längsmuskulatur des Mundstieles (dient zur Contraction und Retraction desselben).

B. Die Radiärmuskeln, die von der Basis des Mundstieles strahlenförmig gegen den Scheibenrand verlaufen.

C. Die Längsmuskeln der Tentakel und Randlappen.

Folgendes sind die 3 Systeme der Ringmuskulatur:

A. Die Ringmuskulatur des Mundstiels.

B. Die Ringmuskulatur der Subumbrella; bei den Craspedoten in der ganzen Ausdehnung derselben entwickelt, bei den Acraspeden gewöhnlich einen schmälern, aber sehr kräftigen Kranzmuskel (Fig. 67 *m* p. 77) mehr gegen die Peripherie der Subumbrella zu bildend.

C. Die kräftige Ringmuskulatur des Velum der Craspedoten und die Ringmuskulatur der Randlappen und des Velarium der Acraspeden.

Bei Scyphistoma und manchen niedern, besonders den festsitzenden Acraspeden, z. B. Lucernarien, finden sich 4 interradiale (selten 8) Septal- oder Trichtermuskeln (Stielmuskeln), welche von der Nähe der Mundscheibe oder der dem Mundstiel angrenzenden Subumbrella aus den Körper bis zum aboralen, festsitzenden Scheitel der Exumbrella durchsetzen. Sie liegen in den die 4 Magentaschen trennenden 4 Septen, und zwar an deren axialer Seite, und treten dann nach oben in die Verlängerungen der Septen, d. h. in die 4 Magenleisten oder Taeniolen ein. Nach neuern Beobachtungen entstehen sie in ectodermalen Zellen einer soliden gegen den aboralen Pol vorwuchernden Verlängerung der 4 interradialen Septaltrichter, von denen nachher die Rede sein wird.

Im Gegensatz zu allen übrigen Cnidarien ist bei den Korallen die entodermale Muskulatur mindestens ebenso stark, wo nicht stärker ausgebildet als die ectodermale. Am kräftigsten ist die Muskulatur bei den skeletlosen Actinien. Sie zeigt in ihrer Anordnung viele Aehn-

lichkeit mit der niederer Scyphomedusen, z. B. der Lucernarien. Wir haben ein ectodermales Längsmuskelsystem und ein entodermales Ringmuskelsystem (wenn wir zunächst davon absehen, dass einzelne Theile der Muskulatur sich vom epithelialen Mutterboden loslösen und mesodermal werden).

I. Das ectodermale Längsmuskelsystem bildet a) die Längsmuskeln der Tentakeln und b) die Radiärmuskeln der Mundscheibe. Am Schlunde, an der äussern Leibeswand des Körpers und auf der Fussscheibe fehlt dieses System. Nur bei wenigen Formen, die keine septalen Längsmuskeln besitzen (Cerianthus), finden sich in der Leibeswand kräftige ectodermale Längsmuskeln, die als Retractoren des Körpers dienen.

II. Das entodermale Ringmuskelsystem erstreckt sich über alle Oberflächen des Körpers, bildet eine Schicht circulärer Fasern in der Leibeswand, eine innere Ringmuskelschicht in den Tentakeln, eine Schicht concentrischer Fasern auf der Mundscheibe und eine Ringmuskelschicht des Schlundes.

Besondere Beachtung verdient die Muskulatur der Septen der Korallen, die durch ein System von Längsmuskeln und ein System von transversalen Muskeln repräsentirt wird. Die Längsmuskeln verlaufen in den Septen von der Fussscheibe bis zur Mundscheibe und dienen als Retractoren des Körpers. Sie sind meist so stark entwickelt, dass sie an jedem Septum einen in die Nische zwischen 2 Septen vorspringenden Längswulst bilden (Fig. 66 p. 75). Die transversale Muskulatur ist schwächer entwickelt. Sie heftet sich einerseits an der Leibeswand, anderseits an der Fussscheibe, Mundscheibe und am Schlundrohr an. Die transversalen Muskeln liegen an der einen Fläche eines jeden Septums, die longitudinalen auf der andern gegenüberliegenden. Ihre relative Lage in den verschiedenen Septen ist bei den verschiedenen Abtheilungen verschieden, doch immer sehr charakteristisch. Es existirt gewöhnlich nur eine Ebene, welche so durch den Körper gelegt werden kann, dass die Anordnung der Muskeln an den Septen auf beiden Seiten derselben spiegelbildlich gleich ist. Diese Medianebene verläuft in der Hauptachse in der Richtung des abgeplatteten Schlundes oder der spaltförmigen Mundöffnung.

Bei den meisten Actinien mit zahlreichen älteren und jüngeren, kleineren und grösseren Septen gehören gleichgrosse Septen immer paarweise zusammen. Die Längsmuskelwülste eines solchen Septenpaares sind einander zugekehrt. Der Nische zwischen den beiden Septen eines Paares, dem sogenannten Binnenfach, sind also die Längsmuskeln; der Nische zwischen den Septen zweier benachbarten Paare, dem Zwischenfach, sind also die transversalen Muskelschichten zugekehrt.

Bei den Alcyonarien mit 8 Scheidewänden sind die Muskelwülste an den 4 zu jeder Seite der Medianebene liegenden Septen alle nach einer Seite gerichtet (Fig. 66).

Daneben kommen bei Korallen noch andere Typen der Muskel- und Septenanordnung vor.

Die Längsmuskel der Septen zeigen eine grosse Analogie mit den Septal- oder Stielmuskeln niederer Acraspeden. Sie scheinen aber nach den vorliegenden Beobachtungen entodermale Muskeln zu sein.

Die Muskelelemente der Korallen sind entweder Epithelmuskelzellen (entodermale Muskulatur) oder subepitheliale Muskelzellen (ectodermale Muskulatur) oder mesodermale Muskeln (bei einzelnen Arten an verschiedenen Körperstellen).

Für die Muskulatur der Medusen, Siphonophoren, Korallen gilt ferner noch folgendes. Ist sie an einer Stelle stark entwickelt, so legt sich die Muskellamelle zum Zwecke der Oberflächenvergrösserung in parallele Falten, ähnlich den Blättern eines Buches (Fig. 71 *c*). Die Falten können selbst wieder in mehr oder weniger complicirter Weise secundär gefaltet erscheinen, so dass sie auf Querschnitten ein gefiedertes Aussehen haben.

Die mesodermale Stützsubstanz oder Stützmembran nimmt an den Faltungen der anliegenden Muskellamelle Theil, indem sie sich in Form von Lamellen in das Innere der Falten fortsetzt.

Wenn sich Muskelfalten vollständig von ihrem Mutterboden, dem Epithel, loslösen, und wenn sich die freien Ränder einer jeden Falte aneinanderlegen, so entstehen aus den subepithelialen Muskelfalten mesodermale Muskelröhren (*D*), die dann allseitig von der Stützsubstanz umgeben sind.

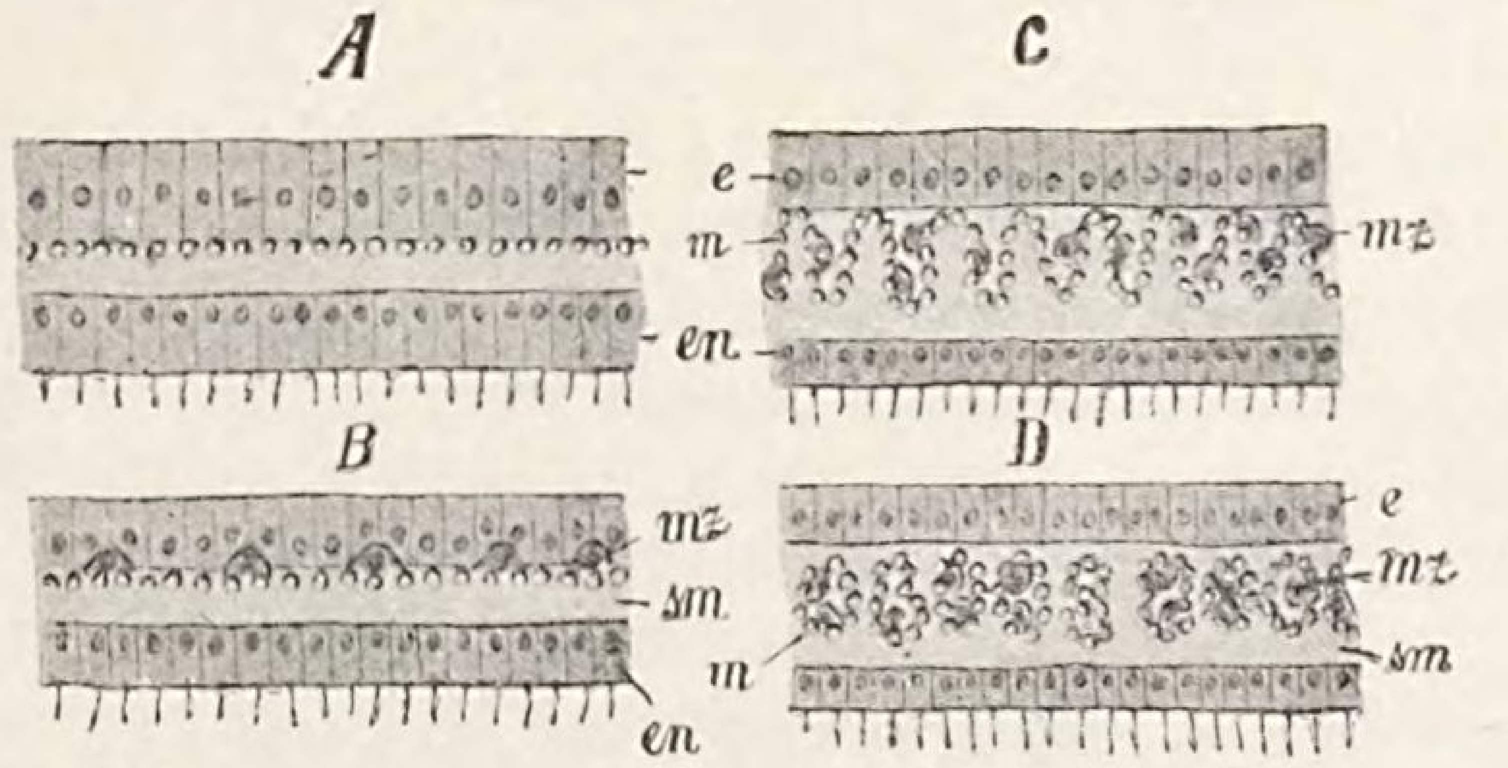


Fig. 71. **Schematische Darstellung des verschiedenen Verhaltens der ectodermalen Cnidarien-Muskulatur auf Stücken von Querschnitten durch die Leibeswand.** *e* Ectoderm, *en* Entoderm, *m* Muskellamelle, *mz* Zellkörper der Muskelfasern, *sm* Stützmembran, Gallerte.

An der Muskulatur der Ctenophoren können wir zunächst einen ectodermalen und einen mesodermalen Theil unterscheiden, die sich aber nicht scharf von einander abgrenzen lassen. Die ectodermale Muskulatur besteht aus langgezogenen subepithelialen Fasern an der Grenze zwischen Epithel und Gallerte, die einen sehr verschiedenartigen Verlauf nehmen können. Manchmal lässt sich ein System in der Längsrichtung verlaufender Fasern von einem System circulärer Fasern mehr oder weniger deutlich unterscheiden. Die ectodermale Muskulatur setzt sich auch auf den Schlund fort. Kräftiger als die ectodermale Muskulatur ist die in der Gallerte liegende mesodermale Muskulatur entwickelt, deren isolirt verlaufende, an beiden Enden zierlich verästelte Fasern (Fig. 47 *g*, p. 46) in verschiedener Richtung, doch vorwiegend radiär verlaufen, indem sie sich zwischen den verschiedenen Theilen des Gastrokanalsystems und der äussern Haut ausspannen. Zur Contraction der Tentakel und ihrer Seitenfäden dienen in ihren soliden Achsen verlaufende Stränge von Längsmuskelfasern, die theilweise quergestreift sein können. Auch an den Wandungen der Gastrokanäle hat man Längs- und Ringmuskelfasern beobachtet.

Das **Velum** der craspedoten Medusen (Fig. 64 B *v* p. 73, Fig. 65 p. 74, Fig. 72 *v*, p. 93). Bei den craspedoten Medusen ragt vom Schirmrande eine dünne Membran — das Velum — diaphragmaartig nach innen gegen die Subumbrellarhöhle vor. Nie setzt sich das Gastrokanalsystem in diese Membran hinein fort, welche aus folgenden Theilen besteht:

1) einem exumbrellaren Epithel, der Fortsetzung des Epithels der Exumbrella;

2) einem subumbrellaren Epithel, der Fortsetzung des Epithels der Subumbrella. Beide Epithelien gehen am innern freien Rande des Velum in einander über. Unter dem erstern liegt eine dünne Stützlamelle — die Fortsetzung der Scheibengallerte; unter letzterer eine Schicht ectodermaler Ringmuskelfasern (*m*), eine Fortsetzung der Ringmuskulatur der Subumbrella.

V. Tentakel der Cnidarien, Randlappen der Scyphomedusen.

Alle Cnidarien (mit Ausnahme der Rhizostomeen unter den Scyphomedusen und der Amalthaeiden unter den Craspedoten) besitzen Tentakel, welche in grösserer oder geringerer Entfernung vom Munde diesen umstellen. Diese Tentakel sind Ausstülpungen der Leibeswand, in welche sich (mit vielleicht nur scheinbarer Ausnahme der Ctenophoren) hohle oder solide Fortsätze des entodermalen Gastrokanalsystems hineinerstrecken. Die Tentakel sind in erster Linie Organe zur Nahrungsaufnahme und zugleich empfindliche Tastorgane. Wir werden weiter unten erfahren, dass sie bei craspedoten und acraspeden Medusen theilweise zu specifischen Sinnesorganen umgebildet werden.

Der Bau der Tentakel, ihre Zahl, ihre Vertheilung und Anordnung am Körper und ihre Beziehungen zum Gastrokanalsystem bieten bei den verschiedenen Abtheilungen mannigfache, systematisch ausserordentlich wichtige Modificationen, von denen die wichtigsten folgende sind:

Form der Tentakel. Die Tentakel sind im Allgemeinen cylindrische Fäden. Bei den Hydroiden sind sie gewöhnlich einfach fadenförmig, seltener am freien Ende geknöpft und noch seltener verästelt (Cladocoryne). Auch bei den craspedoten Medusen treffen wir gewöhnlich fadenförmige Tentakel. Nur die Familie der Cladonemiden ist durch dichotomisch verästelte oder einseitig gefiederte (mit Nebenfäden versehene), oft geknöpfte Tentakel ausgezeichnet. Einseitig gefiedert sind auch die Tentakel (Fangfäden, Senkfäden) der Siphonophoren und Ctenophoren. Die Tentakel der Acraspeden sind einfach. Unter den Anthozoen besitzen die Alcyonarien zweizeilig gefiederte, alle übrigen Abtheilungen einfach faden- oder wurmförmige Tentakel.

Zahl und Anordnung der Tentakel. Bei den Hydroiden sind die Tentakel in wechselnder Zahl in einem entweder einfachen Kreise in einem kurzen Abstande vom Munde angeordnet (z. B. Hydra), oder sie sitzen in zwei Kreisen (z. B. Tubularia), oder sie finden sich zerstreut am Körper der Einzelpersonen, nur nicht an ihrem Stiel (z. B. Coryne). Bei der Scyphistoma sind die Tentakel (circa 24 an der Zahl) am Rande der Mundscheibe des becherförmigen Körpers inserirt. Bei den craspedoten und acraspeden Medusen finden sich die Tentakel constant am Scheibenrand. Im einfachsten Falle treffen wir bei den erstern 4 perradiale, bei den letztern 4 perradiale und 4 interradiale Tentakel. Bei den meisten Medusen aber nimmt die Zahl der Tentakel in gesetzmässiger Weise zu, indem zwischen die primären Tentakel sich secundäre, tertiäre etc. einschieben. Nur bei wenigen Craspedoten reduzirt sich ihre Zahl auf 2 gegenständige, noch seltener auf einen einzigen (bei der Subfamilie der Euphysidae unter den Codonidae und bei den tentakeltragenden Einzelpersonen der einen Hauptabtheilung der Siphonophoren, Siphonanthen). Durch vollständigen Verlust aller Tentakel zeichnen sich die Amalthaeidae unter den Craspedoten und

die Rhizostomae unter den Acraspeden aus. Bei einigen Medusen, vornehmlich bei den Narcomedusen, rücken die Insertionsstellen der Tentakel vom Scheibenrande mehr oder weniger weit an der Exumbrella empor.

Bei den Korallen entspricht die Zahl der an der Peripherie der Mundscheibe inserirten Tentakel im Allgemeinen der Zahl der durch Septen getrennten Magentaschen. Je ein Tentakel liegt über einer Magentasche, die sich in Form eines Achsenkanals in sein Inneres fortsetzt. Bei den Alcyonarien haben wir dementsprechend 8, bei den Hexacorallia 6 oder 6 n, bei den Tetracorallia 4 oder 4 n Tentakel.

Die Mehrzahl der Ctenophoren (Tentaculata) besitzen 2 in besondere Taschen oder Scheiden zurückziehbare, in der Lateralebene liegende solide, einzeilig gefiederte Tentakel oder Senkfäden, die in der Nähe des aboralen Poles entstehen, später aber gewöhnlich gegen den oralen Pol vorrücken.

Structur der Tentakel. Die Tentakel der Hydromedusen und Scyphomedusen bestehen: 1) aus einem ectodermalen Epithel, meist mit Nesselknöpfen oder Nesselbatterien, 2) einer unmittelbar darunter liegenden Schicht von ectodermalen longitudinalen Muskelfasern, 3) einer structurlosen elastischen Stützmembran und 4) einer Achse entodermaler Zellen. Diese Achse ist bei den meisten Formen hohl und die Höhlung steht mit dem Gastrokanalsystem des Körpers in offener Communication, oder sie ist z. B. bei Obelia, dann bei vielen Trachymedusen, Narcomedusen und den dazu gehörenden Hydroiden, ferner bei Stauromedusen und Cannostomen solid und besteht dann meistens aus einer einzigen Reihe scheibenförmiger Zellen, die wie die Münzen einer Geldrolle übereinanderliegen. Diese Achsensäule dürfte als elastisches Stützorgan dienen. Die hohlen Tentakel sind meist viel beweglicher und stärker contractil als die soliden. Hohl sind auch die Tentakel der Korallen, deren Structur beträchtlich von der der Hydro- und Scyphomedusen abweicht. Ectoderm und Entoderm sind in denselben durch eine mit Bindegewebszellen durchsetzte Stützsubstanz getrennt. Unter dem äussern Epithel liegt eine ectodermale, unter dem innern Epithel eine entodermale Muskelschicht. In einigen Fällen können Muskeln auch im Innern der Stützsubstanz verlaufen.

Die Tentakel der Ctenophoren sind solid. Sie sind gewöhnlich mit Greif- oder Klebzellen besetzt. Ihre Achse wird von stark entwickelten Längsmuskelfasern eingenommen. Diese Fasern entstehen, wie es scheint, frühzeitig aus einer besondern „Mesoderm"-Anlage, einer Gruppe von Zellen, die sich vom primitiven Entoderm der jungen Gastrulalarve abschnüren. Wir dürfen deshalb vielleicht die solide Achse der Ctenophorententakel mit der soliden Entodermachse der Tentakel mancher Medusen vergleichen.

Die Randlappen der Scyphomedusen (Fig. 67 *rl* p. 77, Fig. 70). Ebenso charakteristisch, wie das Velum für die Hydromedusen oder Craspedota, sind für die Scyphomedusen oder Acraspeda die Randlappen. Wie ein echtes Velum allen Scyphomedusen fehlt, so fehlen Randlappen allen Hydromedusen. Aehnlich wie die Tentakel, mit denen sie zusammen vorkommen, sind die Randlappen Fortsatzbildungen der Leibeswand am Schirmrande, in welche hinein sich Verlängerungen des Gastrokanalsystems erstrecken. Zum Unterschied von den Tentakeln

stellen sie breite und flache Ruderlappen mit Muskeln auf der concaven Subumbrellarseite dar. Es existiren im einfachsten Falle 8 adradiale Randlappen, meistens aber finden sich 16 subradiale und häufig erscheint ihre Zahl noch stark vermehrt. Bei den Cubomedusen und bei vielen Rhizostomeen sind die Randlappen zu einem breitern oder schmälern Ringsaum, dem sogenannten Velarium, verwachsen, das aber durch seine Versorgung mit Gastrokanälen sich immer leicht von dem echten Velum der Craspedoten unterscheiden lässt.

VI. Das Nervensystem

zeichnet sich bei den Cnidarien, wo es zum ersten Male im Thierreich als selbständiges System auftritt, durch seine ziemlich diffuse Anordnung (Fehlen einer starken Centralisation) und durch seine zeitlebens existirenden innigen Beziehungen zum Körperepithel aus. Bei Hydra spielt der nach aussen gerichtete Zellenleib der sogenannten Neuromuskelzellen wahrscheinlich die Rolle einer indifferenten Nervensinneszelle. Schon bei den craspedoten Medusen aber finden wir ein selbstständig ausgebildetes Nervensystem, welches als ein Plexus bi- und multipolarer Ganglienzellen und sie verbindender Fibrillen dicht unter dem Epithel ausserhalb der Stützmembran oder Gallerte entwickelt ist. Dieser Plexus steht einerseits durch Fibrillen mit den Epithelsinneszellen (Tast-, Hör-, Seh-, Riechzellen), anderseits mit den Muskelfasern in Verbindung. Dementsprechend ist das Nervengewebe besonders stark an dem an Sinnes- und Bewegungsorganen so reichen Schirmrande ausgebildet, wo bei den Craspedoten schon ein centraler Apparat in Form eines doppelten Nervenringes (Fig. 72 *A* u. *B* nr_1 nr_2 p. 93) entwickelt ist. Der eine obere Nervenring verläuft am exumbralen, der andere am subumbralen Schirmrand, beide in unmittelbarer Nähe der Insertion des Velum. Der erstere versorgt hauptsächlich die Sinnesorgane des Schirmrandes, der letztere die Muskulatur des Velum, beide stehen durch die Stützmembran durchsetzende Fibrillen in Verbindung. Ein peripherisches Nervensystem ist in Form eines Plexus von Ganglienzellen und Fasern, die mit dem untern Nervenring in Verbindung stehen, vornehmlich an der Subumbrella vorhanden und versorgt die hier befindliche Muskulatur. Die aborale Exumbrella nicht nur der Craspedoten, sondern auch der Acraspeden entbehrt des Nervensystems, wie der Sinnesorgane und Muskulatur, was sich aus der ontogenetischen und phylogenetischen Abstammung dieser Thiere von mit dem aboralen Pole festsitzenden Formen erklären lässt.

Auch bei Siphonophoren ist an verschiedenen Körperstellen ein Plexus von Ganglienzellen nachgewiesen worden.

Bei den Scyphomedusen oder Acraspeden ist ebenfalls ein Ganglienzellplexus in der Subumbrella entwickelt. Er steht in Zusammenhang mit beträchtlichen centralen Ansammlungen von Nervengewebe am subumbralen Schirmrand. Diese finden sich bei den Cubomedusen entwickelt als 8 (4 perradiale, 4 interradiale) Ganglien, die mit einander durch einen Ringnerven in Verbindung stehen und von denen sensible Nerven an die Rhopalien (Sinneskolben) und an die Tentakeln und motorische an die Muskulatur abgehen. Bei den Discomedusen finden sich ebenfalls 8 Ganglien an der Basis der 8 Sinneskolben, doch fehlt hier ein sie verbindender Ringnerv.

Bei den Corallen wurde ebenfalls ein Ganglienzellplexus in der

Tiefe des Körperepithels nachgewiesen. Derselbe ist besonders auf der Mundscheibe und an der Basis der Tentakel stark entwickelt.

Am Nervensystem der Ctenophoren können wir nach den vorliegenden Untersuchungen, die noch der Erweiterung bedürfen, folgende Theile unterscheiden: 1. Ein diffuser, ectodermaler, gangliöser Plexus unter dem Körperepithel, der auf der ganzen Oberfläche des Körpers verbreitet ist und sich auch auf die Schlundwand fortsetzen kann. 2. Feine, sich verästelnde, kernhaltige Fäden, welche die Gallerte durchsetzen und durch Seitenästchen mit den Muskeln der Gallerte in Verbindung stehen. Eine Verbindung dieser Fäden mit dem Ectoderm ist bis jetzt nicht nachgewiesen. 3. Acht meridiane Nervenzüge, welche unter den acht Rippen und Flimmerstreifen verlaufen; die sogenannten Rippennerven. Auffallend ist, dass ein Zusammenhang dieser 3 Theile des muthmasslichen Nervensystems mit dem Sinneskörper am aboralen Pole bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte.

Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass bei Medusen, Siphonophoren und besonders bei Actinien ein entodermaler Plexus von Ganglienzellen in geringerer oder grösserer Ausdehnung unter dem entodermalen Epithel liegen kann.

VII. Die Sinnesorgane.

Zum ersten Male im Thierreich treffen wir bei den Cnidarien besondere Sinnesorgane an. Die Ausbildung und Verbreitung derselben steht in direkter Beziehung zur Lebensweise. Bei den festsitzenden Formen (Hydroiden, Corallen) sind blos Tastorgane (die Tentakel) vorhanden, bei den freischwimmenden Formen (Acraspeden, Craspedoten, Siphonophora, Ctenophora) können noch Riech-, Gehör- und Sehorgane hinzukommen.

Tastorgane sind vor allem die Tentakel, die wir schon besprochen haben. Die Tastempfindung wird vermittelt durch besondere Tastzellen, die dem ectodermalen Körperepithel angehören und mit einem vorragenden, entweder biegsamen oder beweglichen oder starren Tasthärchen versehen sind. Das basale Ende solcher Zellen setzt sich in einen nervösen Fortsatz fort, der mit dem Nervensystem in Verbindung steht. Tastzellen finden sich nicht nur an den Tentakeln der Cnidarien, sondern in sehr grosser Zahl am Scheibenrande der Medusen und, vornehmlich bei Ctenophoren, über die ganze freie Körperoberfläche zerstreut.

Als Riech-, vielleicht eher Geschmacksorgane werden gedeutet:

1. Kleine Keulchen, die bei gewissen Leptomedusen in meist grosser Zahl am Schirmrand, mit dem sie durch einen dünnen Stiel verbunden sind, zwischen den Tentakeln vorkommen. Sie enthalten einen engen, blinden, von hohem cylindrischen Entoderm-Epithel ausgekleideten Kanal, der vom Ringkanal ausgeht.

2. Grübchenförmige Vertiefungen an den Sinneskörpern oder Rhopalien der Acraspeden, die von einem faltenreichen, mit langen Geisselhaaren ausgestatteten Sinnesepithel ausgekleidet sind.

Gehörorgane (vielleicht auch Organe zur Regulirung der Lage des Körpers im Wasser) finden sich bei craspedoten und acraspeden Medusen und bei den Ctenophoren.

Wir unterscheiden 3 Typen von Hörorganen: 1. Hörbläschen oder Randbläschen mit ectodermalen Otolithen, 2. Hörkölbchen oder akustische Tentakel und 3. den sogenannten Sinneskörper der Ctenophoren.

I. Die Hör- oder Randbläschen kommen bei der einen Abtheilung der Leptomedusen (Vesiculatae) vor. Es sind im einfachsten Falle offene, grubenförmige Vertiefungen des subumbrellaren Epithels in der Nähe der Veluminsertion. Im Innern dieser Hörgrübchen liegt einer oder mehrere Otolithen (Hörsteinchen), die aus Ectodermzellen hervorgegangen sind, während die den Boden der Grube selbst bildenden Zellen Hörborsten tragen, auf denen die Otolithen ruhen (z. B. Mitrocoma). Aus solchen Hörgrübchen gehen Hörbläschen hervor, indem sich die Grube schliesst, gegen die Exumbrellarseite der Insertion des Velums vorrückt und sich hier kugelig nach aussen hervorwölbt (Fig. 72 A). Hörgrübchen und Hörbläschen werden vom subumbrellaren Nervenring aus innervirt. Im einfachsten Falle finden sich 8 adradiale Hörbläschen, oft beträchtlich mehr bis zu vielen Hunderten.

II. Die Hörkölbchen oder akustischen Tentakel sind bei den Medusen die verbreitetsten Hörorgane. Es sind kurze umgewandelte Tentakel, an denen die solide Entodermachse bei den Craspedoten (Tracho- und Narcomedusen, Fig. 72 B, C) oder die peripherischen distalen Endzellen des hohlen Tentakelkanals (Acraspeden, Fig. 73) den oder die Otolithen erzeugen, welche also hier entodermal sind. Das Ectoderm der Hörkölbchen der Craspedoten und oft auch ein die Basis des Hörkölbchens umgebendes „Sinnespolster" trägt lange, starre Hörhaare. Bei manchen Trachomedusen erhebt sich das Sinnespolster um die Basis der Hörkölbchen zu einem Ringwalle (Fig. 72 *C*), der sich sogar über dem Hörkölbchen vollständig schliessen kann. So entstehen wieder geschlossene bläschenförmige Gehörorgane, die aber eine ganz andere Entstehung und morphologische Bedeutung als die echten Randbläschen der Leptomedusen haben.

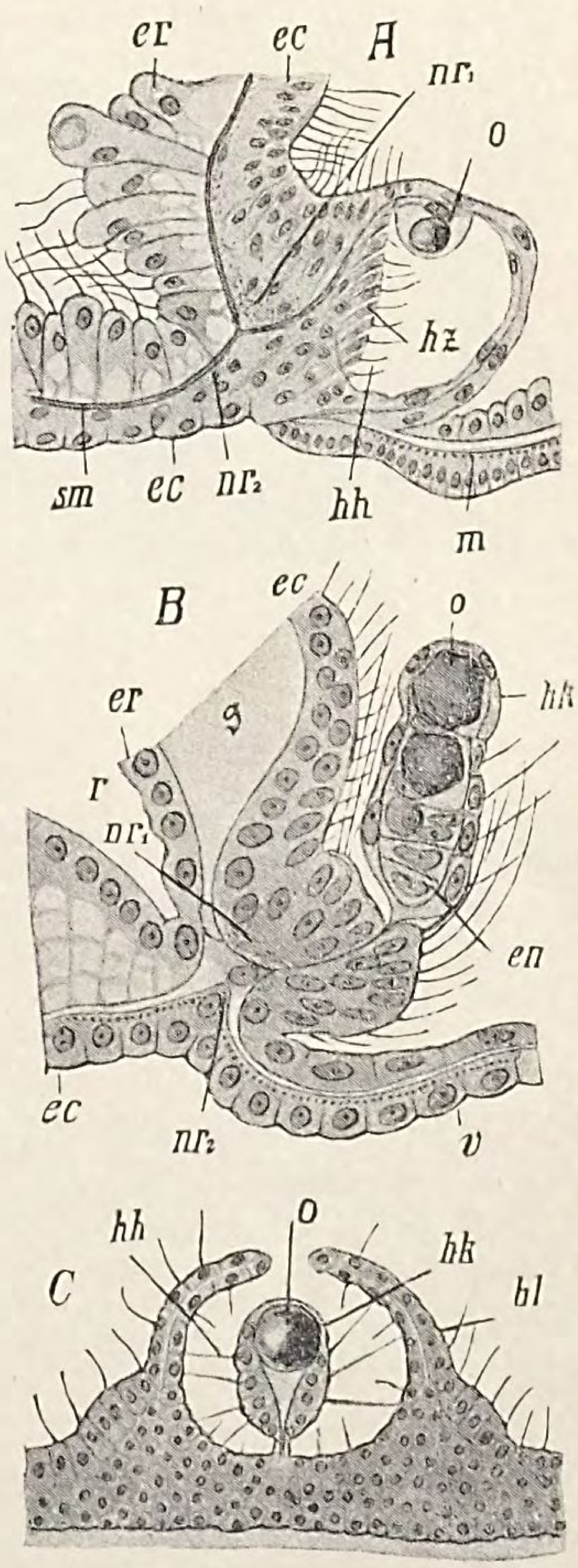


Fig. 72. ***A*** **Hörbläschen von Aequorea Forskalea.** ***B*** **Hörkölbchen von Cunina lativentris.** ***C*** **Hörkölbchen von Rhopalonema velatum.** ***A*** und ***B*** Querschnitte des Scheibenrandes, ***C*** Ausschnitt des Scheibenrandes, nach HERTWIG. *ec* Ectoderm, *er* Entoderm des Ringkanals, nr_1 oberer, nr_2 unterer Nervenring, *r* Ringkanal, *sm* Stützmembran, *o* Otolith, *hh* Hörhaare, *hz* Hörzellen, *hk* Hörkolben, *bl* Hörblase, *g* Gallerte, *m* Muskellamelle, *en* Entodermzellen des Hörkölbchens. Bei ***A*** und ***B*** ist das Velum centrifugal nach aussen umgeklappt.

Zwischen der innern Wand der Hörbläschen und dem darin liegenden Hörkölbchen sind die Hörhärchen saitenähnlich ausgespannt. Die Hörkölbchen werden immer vom exumbrellaren Nervenring aus innervirt. Im einfachsten Falle finden sich 4 interradiale Hörkölbchen, häufig ist ihre Zahl beträchtlich vermehrt.

Die Sinneskolben oder Rhopalien der Acraspeden (Fig. 73) sind zusammengesetzte Sinnesorgane, deren Hauptbestandtheil aber durch die Hörkölbchen gebildet wird. Es sind ebenfalls umgewandelte Tentakel, in die sich ein hohler Fortsatz des Gastrokanalsystems hineinerstreckt. Die entodermalen Zellen am peripherischen, blinden Ende dieses Fortsatzes erzeugen einen Otolithen oder einen

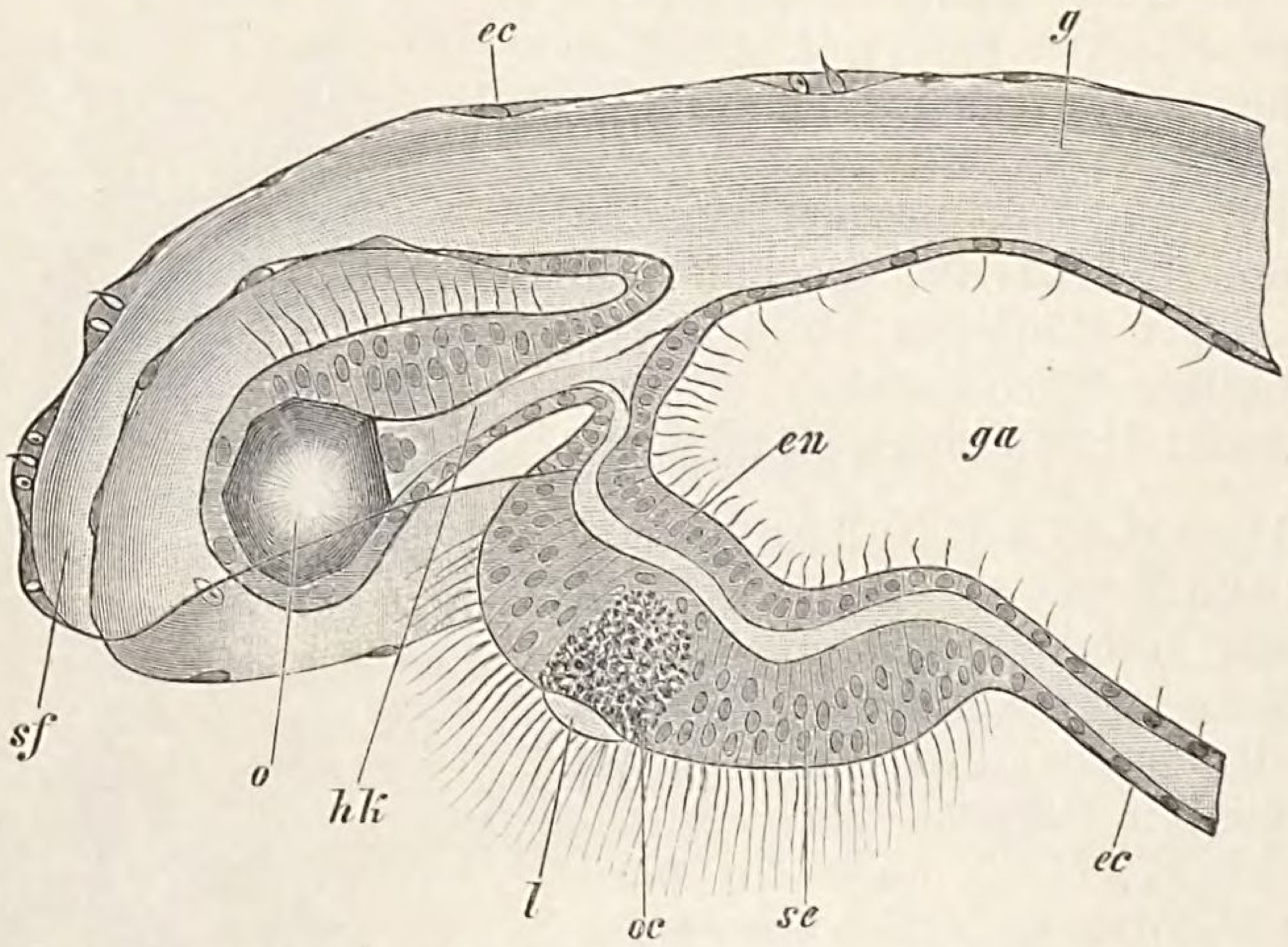


Fig. 73. **Sinneskolben von Rhopalonema,** nach Hertwig (auf einem optischen Querschnitt des Scheibenrandes). *sf* Sinnesfalte des Scheibenrandes, *ec* Ectoderm, *en* Entoderm, *ga* Gastrokanal, *hk* Hörkölbchen, *o* Otolith, *se* Sinnesepithel, *oc* Auge, *l* Linse, *g* Gallerte.

Haufen von Otolithen. Das äussere Epithel des Hörkölbchens trägt die Hörhaare. In ihm liegen an einer Seite die Augen in Ein- oder Mehrzahl. In seiner unmittelbaren Nähe liegt ferner ein Riechgrübchen. Das ganze Epithel im Bezirke dieser zusammengesetzten und in besondern Buchten am Schirmrande durch Lappen (*sf*) geschützten Sinnesorgane stellt ein Sinnesepithel mit dichtem Nervenplexus dar. Es kommen entweder 4 oder 8, seltener 12, 16 und noch mehr Rhopalien am Schirmrande der Acraspeden vor.

III. Der für die Ctenophoren so charakteristische, am aboralen Pole gelegene Sinneskörper (Fig. 74 u. 75) stellt ein zusammengesetztes Sinnesorgan ganz eigener Art dar, das seinem Baue nach wesentlich ein Gehörorgan oder vielleicht eher ein Organ zur Regulirung der Schwimmplättchenbewegung sein dürfte.

Der Sinneskörper ist folgendermassen gebaut. Er besteht zunächst aus einer seichten, grubenförmigen Vertiefung zwischen den 4 Aesten des aboralen, sogenannten Trichtergefässes. Das den Boden dieser Grube bildende cilientragende Körperepithel ist beträchtlich verdickt (Fig. 75 *se*). Seine Elemente sind Fadenzellen. In diesem „Sinnespolster" finden sich Pig-

mentablagerungen, die vielleicht einfache Sehorgane darstellen. Am Rande der Grube erhebt sich eine Membran, welche von allen Seiten her glockenförmig über der Grube zusammenneigt, gleichsam ein Dach über derselben bildend, das die Grube in eine Blase verwandelt. Die Membran besteht aus verklebten, langen Cilien des Grubenrandes. Sie ist an 6 Stellen durch Spalten unterbrochen, durch welche das Meereswasser frei in das Innere der Blase gelangen kann. Von diesen Spalten gehören 2 einander gegenüberliegende der Medianebene an. Die andern 4 liegen interradial. Auf dem Sinnespolster im Innern der Blase erheben sich 4 S-förmig geknickte interradial gelagerte Federn, die ebenfalls aus verschmolzenen Cilien bestehen und deren freie obere Enden sich in eine kugelige Masse von Otolithen einsenken, die von diesen Federn

Fig. 74.

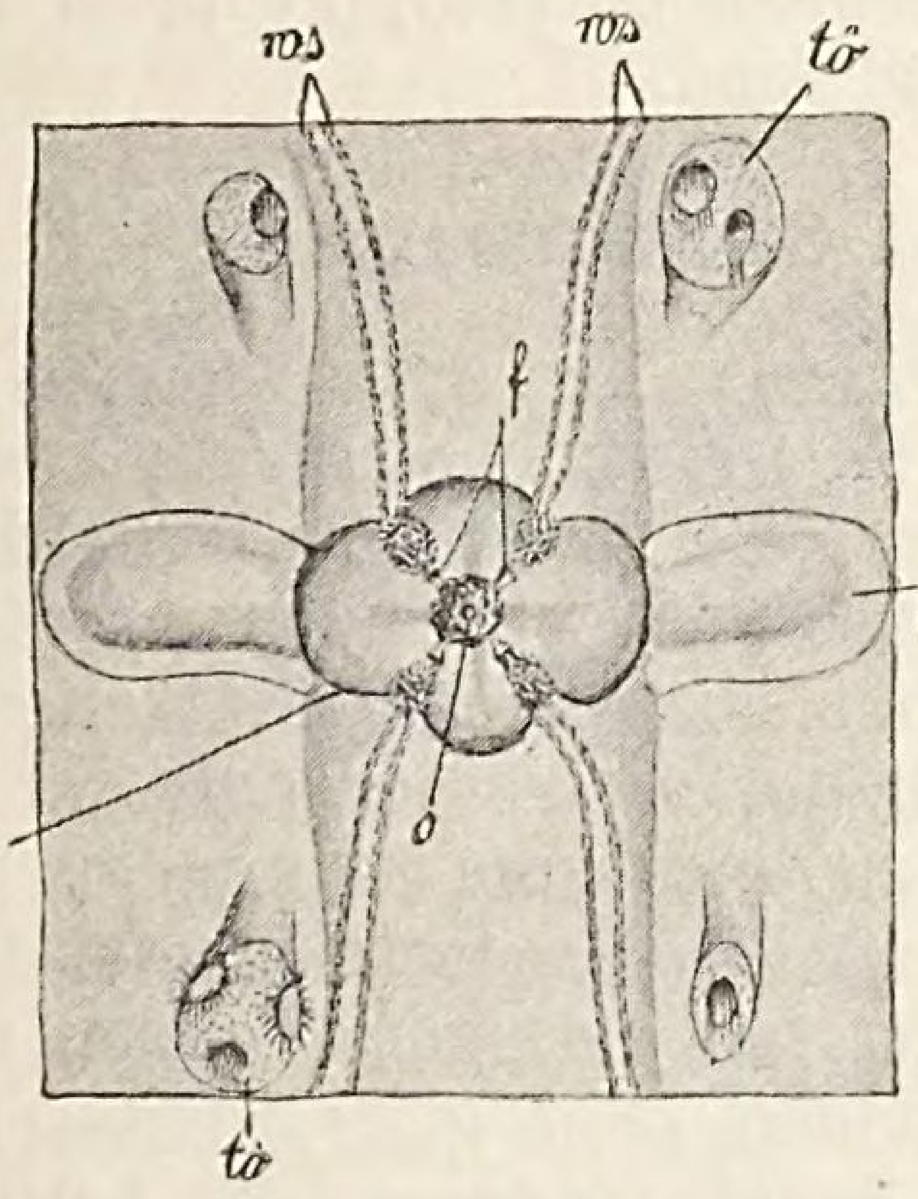


Fig. 75.

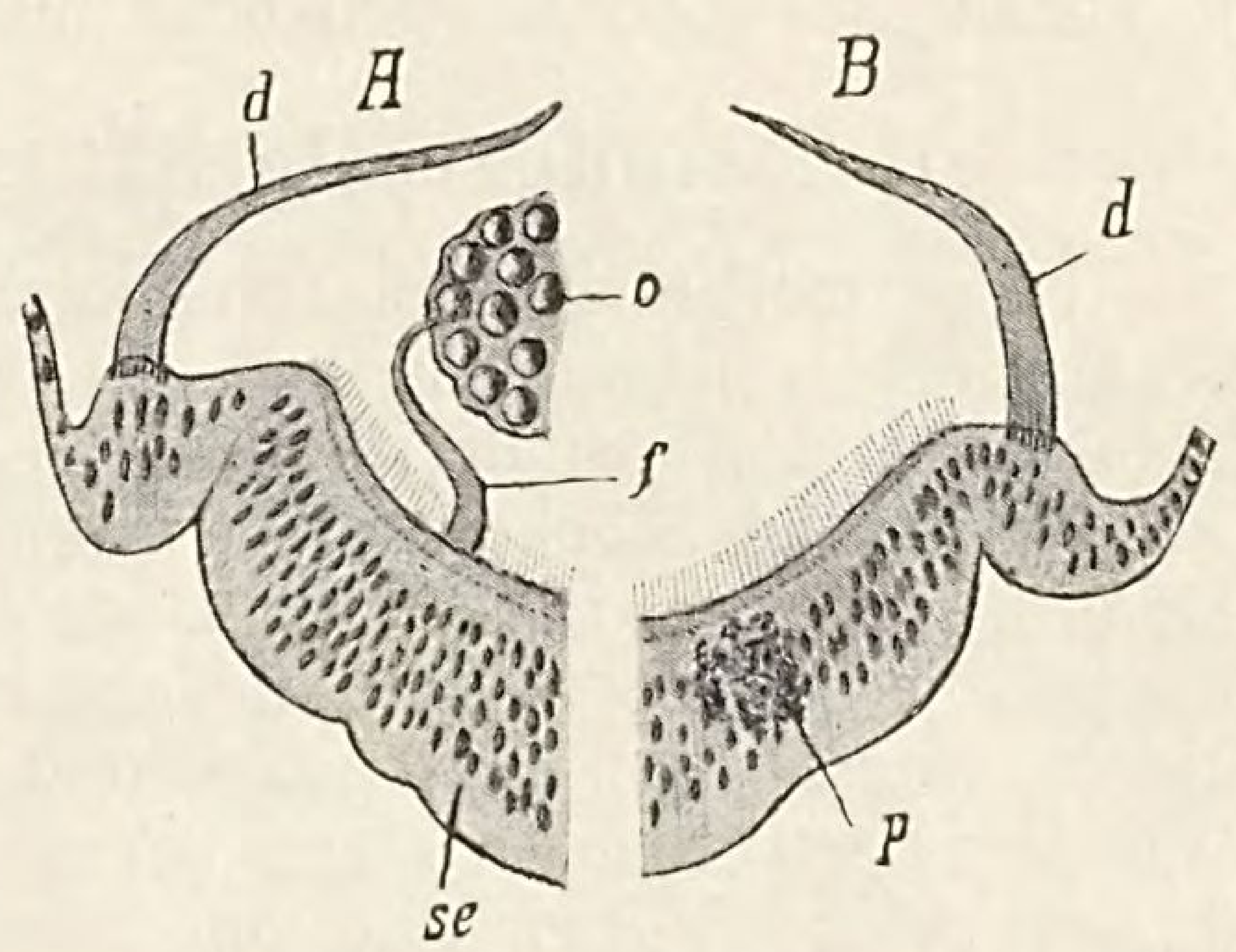


Fig. 74. **Aboraler Körperpol von Callianira**, nach Hertwig. *ws* Wimperstreifen, *f* Federn, welche den Otolithenhaufen (*o*) tragen, *sk* Sinneskörper, *pp* Polplatten, *tö* Oeffnungen der 4 Aeste des aboralen Gefässes oder Gastrokanals.

Fig. 75. **Die Hälften zweier Schnitte durch den Sinneskörper von Callianira**, nach Hertwig. Bei *A* ist eine der 4 den Otolithenhaufen (*o*) tragenden Federn (*f*) getroffen. *d* Dach der Sinnesgrube, *se* Sinnesepithel des Sinneskörpers, *p* Pigment.

frei getragen wird. Von den 4 Federn aus verlaufen 4 Reihen von Wimperhaaren durch die 4 interradialen Spalten des glockenförmigen Daches hindurch nach aussen. Sie theilen sich in 8 adradiale Flimmerstreifen, die an der aboralen Oberfläche des Ctenophorenkörpers verlaufen und an die obern Enden der Schwimmplättchenreihen herantreten. An den Sinneskörper unmittelbar angrenzend finden sich 2 flimmernde Epithelstreifen, die sogenannten Polplatten (Fig. 74 *pp*), deren Rand verdickt ist. Sie liegen in der Medianebene des Körpers; da, wo sie an den Sinneskörper anstossen, finden sich die beiden oben erwähnten in der Medianlinie gelegenen Unterbrechungen der den Sinneskörper überwölbenden Glocke.

S e h o r g a n e. Einfache Sehorgane kommen als Pigmentflecken vornehmlich bei solchen Leptomedusen, die keine Randbläschen besitzen (Ocellatae) und bei Anthomedusen vor. Sie bestehen aus Pigmentzellen und Sinneszellen, zu denen in einzelnen Fällen noch eine cuticulare Verdickung

als Linse hinzutreten kann. Seltener fehlt eine solche Linse den Sehorganen der Acraspeden (Fig. 73, *oc*, *l*), deren Bau sich hie und da beträchtlich complicirt und welche Bestandtheile der Randkörper bilden. Bei den Cubomedusen entwickelt sich ein Glaskörper und eine Retina zwischen Linse und Pigmentbecher. Bei Charybdea kommen zusammengesetzte Augen vor: jeder Randkörper trägt 2 grosse unpaare und 4 kleine paarige Augen. — Augenflecken, zum Theil mit Linse, finden sich bei einzelnen Siphonophoren an der Spitze der Taster. Bei den Ctenophoren kommen, wie schon erwähnt, Pigmentflecken im Sinnespolster des Sinneskörpers vor.

VIII. Stützorgane, Schutzorgane, Skelete.

Die in diese Categorie fallenden, zum Theile sehr heterogenen Bildungen theilen wir zunächst in 2 verschiedene Hauptgruppen ein, je nachdem sie ectodermal oder mesodermal sind.

1. Ectodermale Stütz- und Schutzorgane.

Diese treffen wir bei festsitzenden Cnidarien, und zwar vornehmlich bei solchen, welche durch ungeschlechtliche Fortpflanzung (unvollständige Theilung und Knospung) Thierstöcke bilden. Es ist leicht begreiflich, weshalb solche Stöcke, die in ihrem Habitus Bäume, Sträucher, Gräser, Federn, Krusten, Blätter u. s. w. nachahmen, besonderer Stützeinrichtungen bedürfen, welche die einzelnen Theile im Wasser aufrecht erhalten, ihnen einen Halt geben und ihnen zugleich zum Schutze dienen. Wir begreifen auch, weshalb bei nicht stockbildenden festsitzenden Cnidarien solche Stützorgane von keinem oder von geringem Nutzen sind und deshalb bei solchen Formen häufig fehlen oder gering entwickelt sind. (Beispiele: Hydra, die festsitzenden Scyphomedusen, die Actinien unter den Korallen.)

Am einfachsten verhalten sich die ectodermalen Stützbildungen bei den Hydroiden. Hier scheidet das Körperepithel meist eine chitinige Cuticula (Periderm) aus, welche röhrenförmig dem Körper anliegt. Diese Röhre umgiebt entweder nur den Stamm, die Aeste der Stöcke und die Stiele der Einzelpersonen, oder sie erweitert sich becherförmig auch um die Köpfchen der Einzelpersonen, so dass die Köpfchen in die Peridermbecher zurückgezogen werden können. Bei der Abtheilung der Hydrocorallia verkalkt sogar das Periderm, so dass ein aus reichlichen, complizirt angeordneten, netzförmig verbundenen Röhren zusammengesetztes Gerüst zu Stande kommt.

Zu den vom Ectoderm nach aussen ausgeschiedenen Skeleten gehören nach neuern Untersuchungen die sogenannten Kalkskelete der Steinkorallen (Hexacorallia, Madreporaria) und die Hornskelete der Alcyoniden (Octocorallia).

Die Entstehung und das Verhältnis zu den Weichtheilen des Kalkskeletes der Steinkorallen (Fig. 76) sind folgende.

Die junge, noch skeletlose Koralle, welche sich mit dem aboralen Körperende festgesetzt hat, scheidet aus dem Ectoderm ihrer Fussscheibe eine aus kugligen Kalkkörperchen gebildete Fussplatte aus, die also das Ectoderm des Fusses mit der Unterlage verbindet. Dann erheben sich auf der Fussplatte allmählich, durch Ausscheidung von Kalk vom Ectoderm fortwachsend, radiär angeordnete, senkrecht stehende Leisten,

die Sternleisten oder Sklerosepten. Diese sind natürlich allseitig von Ectoderm ausgekleidet und drängen die Fussscheibe in ebenso vielen Falten in die Darmhöhle vor. In ähnlicher Weise entsteht zum Theil durch Verschmelzen der peripheren Enden der Sternleisten, zum Theil vielleicht auch durch Erhebung eines ringförmigen Walles von der Fussplatte aus ein Kalkrohr, das Mauerblatt, welches ebenso die basale Leibeswand faltenförmig in die Darmhöhle emporhebt, wie es die Sternleisten thun. Durch die Bildung des Mauerblattes wird die Darmhöhle in einen peripheren, ausserhalb des Mauerblattes liegenden und in einen centralen Theil abgetheilt, welche oberhalb des freien Randes des Mauerblattes in einander übergehen.

In der Achse der Koralle erhebt sich häufig auf der Fussplatte ein Kalkzapfen, der in die Darmhöhle vorragt, die Columella.

Die Sternleisten können mit dieser Columella verschmelzen, sie können auch nach aussen über das Mauerblatt als Rippen hervorragen.

Indem die Ausscheidung von Kalk durch das Ectoderm auch rings um die Basis der Leibeswand erfolgen kann, entsteht die Aussenplatte, die also nur innen von Ectoderm ausgekleidet ist und sich als ein äusserer ringförmiger Kalkwall mehr oder weniger hoch über die Fussplatte erhebt.

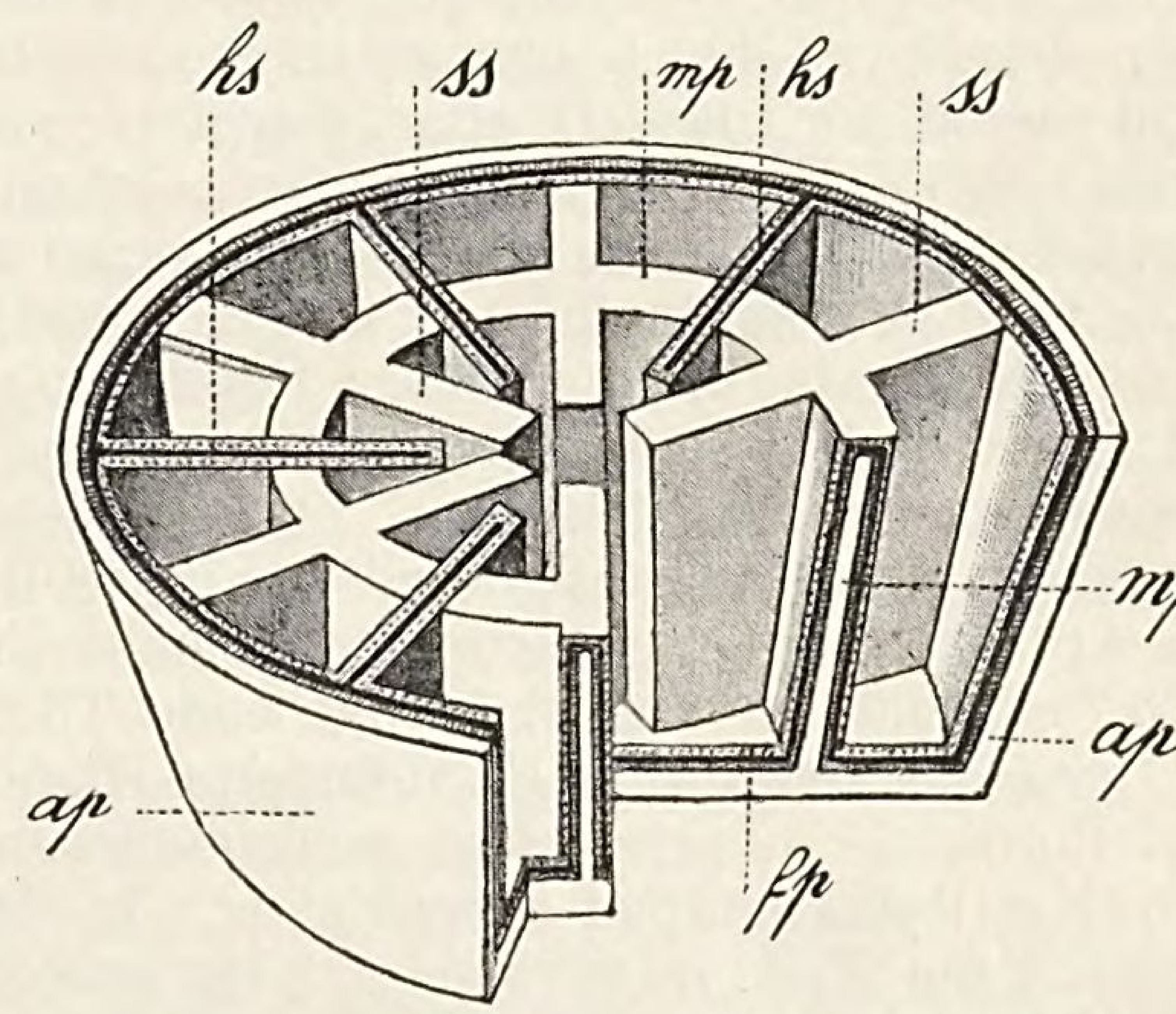


Fig. 76. **Schematische Darstellung des Aufbaues einer Steinkoralle (Madreporarie)**, nach v. Koch. Nur der untere, aborale Theil des Körpers ist berücksichtigt. *fp* Fussplatte, *ap* Aussenplatte, *mp* Mauerblatt, *ss* Sklerosepten, *hs* Sarcosepten; weiss: Kalkskelet, schraffirt: Ectoderm, schwarz: Mesoderm, punktirt: Entoderm.

Die peripheren Enden der Sternleisten können sich auch, natürlich nur unter Durchbrechung der Leibeswand, mit der Aussenplatte vereinigen; ja es kann das Mauerblatt ganz oder theilweise, unter Verdrängung der dazwischen liegenden Weichtheile, mit der Aussenplatte verschmelzen.

Die meisten Madreporaria bilden durch unvollständige Theilung oder Knospung verschieden gestaltete Korallenstöcke, in denen sich die eben geschilderte Anordnung der Skelettheile an jeder Einzelperson wiederholt. Complikationen kommen dadurch zu Stande, dass die Mauerplatten der verschiedenen Personen ganz oder theilweise mit einander verschmelzen oder ganz in Wegfall kommen u. s. w.

Die Sternleisten oder Sklerosepten entsprechen ihrer Lage nach nie den gewöhnlichen Septen oder Sarcosepten, sondern sie wechseln mit diesen ab, so dass ein Skleroseptum immer in der Mitte zwischen 2 Sarcosepten, ein Sarcoseptum immer in der Mitte zwischen 2 Sklerosepten liegt. Schon daraus geht hervor, dass die Sklerosepten in Zahl und Anordnung die Sarcosepten nachahmen.

Die Skelete der Madreporaria sind entweder massiv und dicht oder von kleinen Hohlräumen durchlöchert (M. aporosa, M. porifera). Die

Kalkskelete der fossilen Rugosen hatten wahrscheinlich eine ähnliche Entstehung wie die der Hexacorallia.

Die 2. Art von ectodermalen Korallenskeleten, die Hornskelete, die bei vielen Alcyonarien und bei den Antipatharien vorkommen, stellen gewöhnlich innen hohle Axenskelete dar, welche den Körper dieser stockbildenden Korallen durchsetzen und so die Gestalt der oft zierlich verzweigten Stöcke wiederholen. Es klingt auf den ersten Blick paradox, dass diese axialen Skelete ectodermal sein sollen. Zum Verständniss dieser Thatsache wollen wir die Bildung des Hornskeletes von Gerardia kurz schildern. Die Stöcke dieser Koralle bilden einen rindenartigen Ueberzug über fremde Gegenstände, mit Vorliebe über Achsenskelete anderer abgestorbener Alcyonarien. Die Fläche, mit der sie diesen Gegenständen aufsitzen und welche natürlich ectodermal ist, sondert nach aussen, also zwischen sich und der Unterlage, eine Hornlamelle aus, welche zusammen mit dem fremden Gegenstand (Achsenskelet einer andern Alcyonide) ein Achsenskelet des ganzen Stockes bildet. „Nun kommt es aber nicht selten vor, dass die Gerardiacolonie sich später weiter auszudehnen strebt, als die Unterlage es gestattet, und dann entstehen an ihren Aesten Wucherungen, welche junge Polypen tragen und in welche, im Zusammenhang mit der ursprünglichen hornigen Ausscheidung, neue Hornbildungen hineinragen, die zwar in ihrer Entstehung ganz mit der erstern übereinstimmen, aber keine fremden Körper mehr umschliessen“ [1]). Bei den übrigen mit einem hornigen Achsenskelet versehenen Alcyonarien ist die Bildung des Skeletes dieselbe (Fig. 82 B p. 105), nur dass der Theil des Achsenskelets, welcher einer fremden Unterlage aufsitzt, sehr reducirt, während der sich frei abhebende Theil sehr bedeutend entwickelt ist und die meist vielfach verästelte Hauptmasse des Skelets darstellt. Die hornigen Achsenskelete sind denn auch immer von einem ectodermalen Achsenepithel ausgekleidet. In den Achsenskeleten der Alcyonarien kann Kalk in geringerer oder grösserer, bisweilen vorherrschender Menge vorkommen. Bei Isis wechseln hornige mit kalkigen Gliedern ab. Sehr häufig enthält das Mesoderm der die Achsenskelete überziehenden Weichtheile der Korallenstöcke (Rinde) eingelagerte Kalkspicula. Es findet sich dann (z. B. bei Gorgonia) ein ectodermales horniges Achsenskelet und ein aus Kalkspicula gebildetes, mesodermales Rindenskelet.

2. Mesodermale Stützorgane.

Als ein solches Organ betrachten wir zunächst die dünne structurlose Membran, welche bei den Hydroiden am ganzen Körper das Ectoderm vom Entoderm sondert. Bei den craspedoten Medusen verdickt sie sich zu der mehr oder weniger stark entwickelten structurlosen elastischen Scheibengallerte; als dünne Membran erhält sie sich nur noch an den Tentakeln und meistens auch am Schlundrohr. Bei den Scyphomedusen ist die mesodermale Stützgallerte schon höher differenzirt, da in ihr Bindegewebszellen und Fasern vorkommen, die entweder Fortsätze solcher Zellen oder Differenzirungen der Intercellularsubstanz sind (Fig. 36 p. 40). In ähnlicher Weise findet sich eine mit Zellen durchsäte hyaline mesodermale Schicht bei den Korallen. Ueberall ist sie an den Tentakeln auf eine dünnere Lage reducirt. Bei manchen Korallen (den meisten Alcyoniden) finden sich in dieser Schicht die Skeletelemente. Sie bestehen aus verschieden gestalteten Kalkspicula, die

1) Nach Koch.

in besondern Zellen entstehen und in grösserer oder geringerer Menge vorkommen. Isolirt liegen sie z. B. im Mesoderm von Alcyonium und in den peripherischen Theilen (der sogenannten Rinde) des Stockes der Edelkoralle und anderer Formen. Bisweilen aber lagert sich zwischen den Spicula neue Kalksubstanz ab, welche dieselben zu einer festen Masse verkittet und so z. B. zur Bildung des in den Handel kommenden Achsenskeletes der Edelkoralle führt.

Die grösste histologische Differenzirung innerhalb der Cnidarien zeigt die auch als Stützgewebe fungirende Gallerte der Ctenophoren, indem sie Nerven-, Muskel- und Bindegewebselemente eingelagert enthält. Alle diese Elemente stellen gewöhnlich mehr oder weniger reichlich verästelte Fasern dar.

Mit Bezug auf den Ursprung der verschiedenen mesodermalen Stützbildungen ist Folgendes zu bemerken. Die homogene Stützmembran der Hydroiden und die ihr entsprechende Gallertsubstanz der Medusen, Korallen und Ctenophoren ist ein zwischen Ectoderm und Entoderm abgelagertes Ausscheidungsprodukt. Ob sich beide Blätter, oder nur eines von ihnen und welches an dieser Ausscheidung betheiligen, ist eine schwer zu entscheidende Frage. Die in der Gallerte liegenden zelligen Elemente hingegen scheinen fast durchgängig von einer Einwanderung von Zellen vom Ectoderm aus herzurühren. Bei Korallen wird das Ectoderm frühzeitig mehrschichtig. Die Zellen der tiefern Lagen werden dadurch, dass zwischen ihnen homogene Substanz auftritt, zu mesodermalen Bindegewebszellen. Manche Forscher betrachten deshalb auch das Korallenmesoderm nur als einen tiefer liegenden Theil des Ectoderm.

IX. Trichterhöhlen (Septaltrichter); Subgenitalhöhlen, Subgenitalsaal.

Diese Bildungen, die wir bei vielen Acraspeden antreffen (bei Craspedoten finden sich sehr selten analoge Bildungen), stellen bei den niedern Formen 4 interradiale trichterförmige Einsenkungen der Subumbrella im Umkreise des Schlundes dar (Fig. 99 H, I *st*, st_1 p. 129). Sie ragen in den die 4 Magentaschen trennenden Septen mehr oder weniger weit in die Darmhöhle vor. Bei Discomedusen werden sie zu den meist etwas flachern 4 interradialen Subgenitalhöhlen. Ihr Boden liegt der subumbralen Wand des Centralmagens, in welcher sich die Geschlechtsorgane entwickeln, dicht an. So wird die beide Höhlen trennende Membran zur Genitalmembran. Bei 2 Familien der Rhizostomeen, den Versuriden und Crambessiden, vereinigen sich die 4 Subgenitalhöhlen im Centrum der Umbrella zu einem geräumigen Subgenitalsaal (Porticus subgenitalis, Fig. 70 D *sgp* p. 84), der durch 4 interradiale Portale (*og*) an der Subumbrella sich nach aussen in die Schirmhöhle öffnet. Die dorsale Decke des Saales bildet die Genitalmembran, welche ihn von der darüber gelegenen Magenhöhle trennt. Der Subgenitalsaal scheidet den Centralmagen von dem Schlund. Beide bleiben nur durch 4 perradial verlaufende Kanäle (*pfk*) in Verbindung.

X. Die Geschlechtsorgane.

Die Cnidarien sind entweder getrennt geschlechtlich wie die Hydrozoen und Scyphozoen (mit vereinzelten Ausnahmen, z. B. Hydra, einige Cladonemiden, Cerianthus, Chrysaora), oder hermaphroditisch wie die Ctenophoren.

Bei den stockbildenden Cnidarien finden sich entweder, und das ist die Regel, männliche und weibliche Personen an einem und demselben Stock (monoecisches Verhalten), oder die Geschlechter sind auf verschiedene Stöcke vertheilt (dioeciisches Verhalten).

Hoden und Eierstöcke sind im ganzen sehr einfach gebaut; sie stellen Bläschen oder Ballen mit zahlreichen Ei- und Samenzellen auf verschiedenen Stadien der Entwicklung dar.

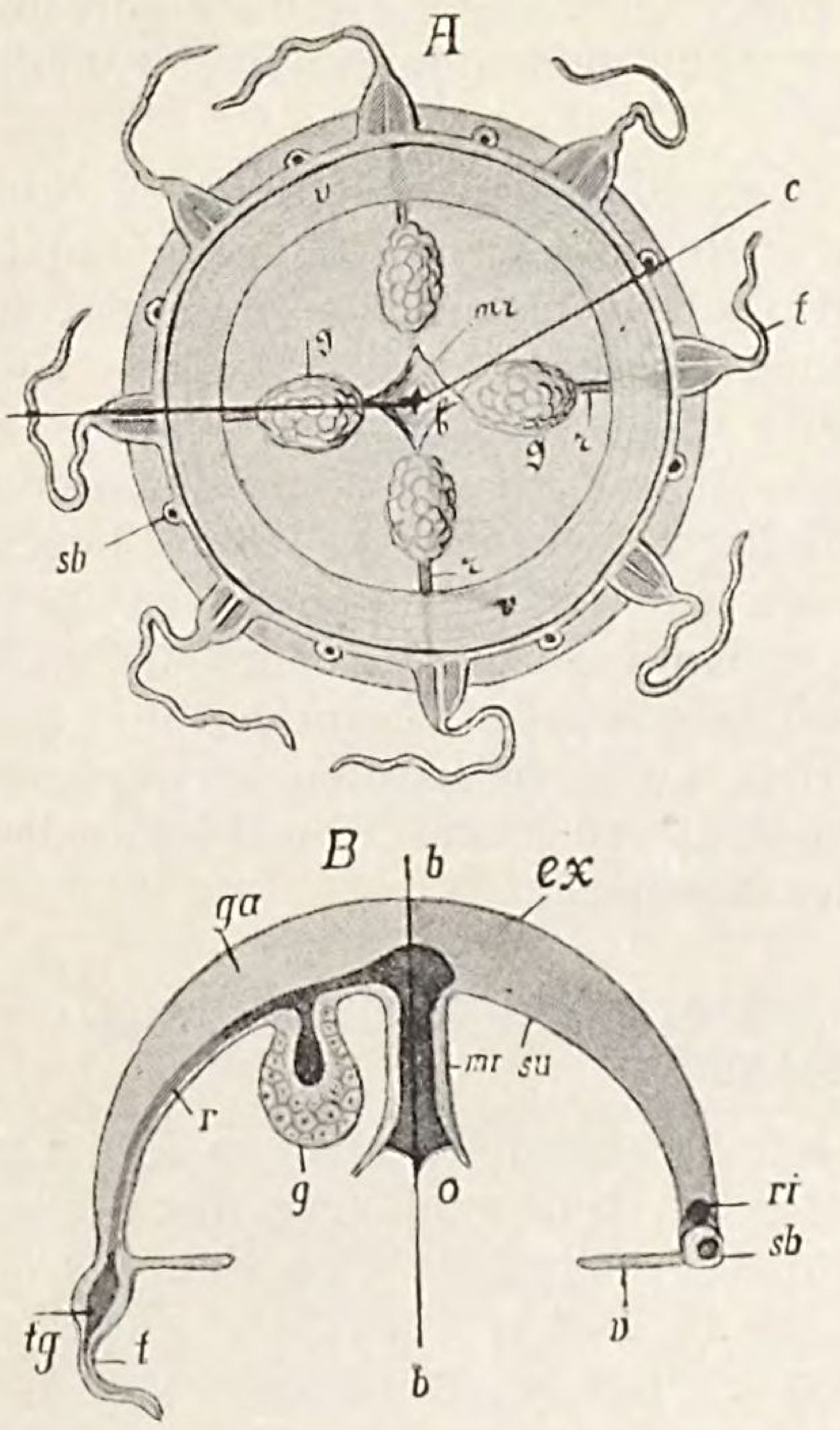


Fig. 77. **Eucope campanulata**, z. Th. nach Haeckel. *A* Von der Fläche. *B* Durchschnitt in der Richtung *a*—*b*—*c* der Fig. *A*. *a*—*b* Perradius, *b*—*c* Adradius, *t* Tentakel, *sb* Randbläschen, *g* Gonaden, *mr* Magenstiel, *r* Radialkanäle, *v* Velum, *ri* Ringkanal, *ex* Exumbrella, *su* Subumbrella, *ga* Gallerte, *tg* Tentakelgefäss, *b*—*b* Hauptachse.

Bei Hydra liegen beiderlei Geschlechtsprodukte in der Tiefe des Körperepithels. Bei den übrigen stockbildenden Hydroiden treffen wir sie in besonders gestalteten, sogenannten medusoiden Personen, von denen wir weiter unten sprechen werden, in denen sie entweder von Anfang an gebildet werden oder in die sie secundär vom Stamm aus hineingelangen.

Bei allen Medusen zeigen die Geschlechtsdrüsen oder G o n a d e n in ihrer Lage innige Beziehungen zu dem ernährenden Gastrokanalsystem. Bei den Craspedoten (Fig. 77) liegen sie in wechselnder Zahl entweder an der Wand des Mundrohres (Narcomedusen und Anthomedusen) oder im Verlauf der Radiärkanäle (Leptomedusen und Trachomedusen). Wo 4 Radiärkanäle vorhanden sind, finden sich 4 Gonaden, wo 8 Radiärkanäle vorhanden sind, 8 Gonaden. Bei wachsender Zahl der Radiärkanäle kann auch die Zahl der Gonaden zunehmen. Bei den Acraspeden entwickeln sich seltener 8, meistens 4 kuglige oder bandförmige, oft gefaltete, krausenförmige oder traubige, bisweilen recht ansehnliche Gonaden in der subumbralen Wand des Gastrokanalsystems, bald mehr gegen die Peripherie, bald mehr gegen den Centralmagen zu. Bei den Pelagiden und Cyaniden hängen die Gonaden bruchsackartig als 4 Gastrogenitaltaschen an der Subumbrella in die Schirmhöhle herunter; bei den Rhizostomeen und Aureliden hingegen kommen sie an den obern Grund der Subgenitalhöhlen oder des Subgenital-Porticus zu liegen (Fig. 70 p. 84 *g*). Bei den Craspedoten gelangen die reifen Geschlechtsprodukte durch Bersten der Gonaden direkt nach aussen in die Schirmhöhle, bei den Acraspeden nach innen in den Hohlraum des Gastrokanalsystems und von da durch den Mund nach aussen.

Die Geschlechtsorgane der Korallen liegen in den Septen gegen deren freien, in die Gastralhöhle hineinragenden Rand zu.

Bei den hermaphroditischen Ctenophoren treffen wir sie an oder in der Wand der Rippengefässe, so zwar, dass an der einen Wand eines Rippengefässes die männlichen, an der gegenüberliegenden die weiblichen Geschlechtsprodukte liegen. An den 8 Gefässen sind die Ovarien den Perradien, die Hoden den Interradien zugekehrt. In jedem der von den Rippen geschiedenen 8 Meridianfeldern des Körpers kommen also entweder 2 Ovarien, oder 2 Hoden vor. Die reifen Geschlechtsprodukte fallen in die Rippengefässe und gelangen von hier durch das Gastrokanalsystem in den Magen und Schlund und durch den Mund nach aussen.

Besondere Leitungswege der Geschlechtsprodukte und besondere Begattungsapparate sind bei den Cnidarien nicht entwickelt.

Was den Ursprung der Geschlechtsprodukte anlangt, so lässt sich im allgemeinen sagen, dass sie bei sehr vielen Hydrozoen aus dem Ectoderm, bei den Scyphozoen aus dem Entoderm sich entwickeln. Ueber den ersten Ursprung der Geschlechtsprodukte bei den Ctenophoren haben sich die Forscher noch nicht einigen können. Da bei den Hydroiden die Geschlechtsprodukte bei den einen Formen aus dem Ectoderm, bei verwandten Formen aus dem Entoderm hervorgehen, so dürfte dem Orte der Entstehung nicht eine zu grosse Bedeutung zuzuschreiben sein.

XI. Die „Schichtung" des Cnidarienkörpers.

Bei den niedersten Cnidarien besteht der Körper zeitlebens aus 2 durch eine Stützlamelle getrennten Epithelschichten, ähnlich den beiden epithelialen Keimblättern der Gastrulalarve. Die Muskulatur wird durch Fortsätze gewöhnlicher Epithelzellen gebildet. Nur die Geschlechtsprodukte entstehen und liegen in der Tiefe des Epithels.

Mit fortschreitender Complication des Organismus zeigt sich nun eine Tendenz gewisser Gewebe und Organe, sich aus dem Verbande des Epithels loszulösen und sich unter dasselbe zu verlagern. Dieser Tendenz folgen die verschiedenen Gewebe und Organe ungefähr in folgender Reihenfolge.

1. Die Geschlechtsorgane, die schon bei den niedersten Cnidarien subepithelial sind und bei höhern Cnidarien sogar ganz oder theilweise in die Gallerte zu liegen kommen.

2. Bindegewebselemente, die in die zu einer Gallerte entwickelte Stützmembran einwandern.

3. Die Muskulatur, deren Elemente sich zunächst zu einer subepithelialen Muskellage anordnen und dann sogar (wenigstens theilweise) ebenfalls in die Gallerte hineinrücken.

4. Viel geringer ist die Tendenz zu einer Verlagerung in die Tiefe des Körpers beim Nervengewebe. In Folge des untrennbaren Zusammenhanges des Nervensystems einerseits mit den Sinnesorganen, die, ihrer Leistung entsprechend, an der Oberfläche verharren, und der nach der Tiefe strebenden Muskulatur anderseits, nimmt das Nervensystem eine mittlere Lage ein.

Wir constatiren also bei den Cnidarien die fortschreitende Ausbildung einer zwischen dem äussern Körperepithel und innern Darmepithel liegenden Zwischenschicht, die aus ganz heterogenen und für

sich entstandenen Theilen, Bindegewebe, Muskulatur, Nervensystem und Geschlechtsorganen besteht. Aus dem äussern Epithel stammt vornehmlich das Bindegewebe und Nervensystem, während Muskulatur und Geschlechtsprodukte sowohl vom äussern, als vom innern Epithel geliefert werden können.

Es liegt auf der Hand, dass die Ausbildung einer solchen Zwischenschicht, die wir als Mesoderm bezeichnen, die nothwendige Vorbedingung einer höhern organologischen Differenzirung des Körpers ist.

XII. Fortpflanzung.

A) Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung und Knospung. Stockbildung. Arbeitstheilung und Polymorphismus.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung ist neben der geschlechtlichen in der Klasse der Cnidarien sehr verbreitet. Nur bei Ctenophoren ist sie nicht beobachtet worden.

Bei Hydra finden wir die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospung neben der geschlechtlichen am erwachsenen Thiere. Es bilden sich Knospen als hohle Ausstülpungen der Leibeswand. Diese Knospen wachsen. An ihrem distalen Ende bricht eine Mundöffnung durch, und in ihrem Umkreis entstehen durch neue Ausstülpungen die Tentakel. Solche Knospen können sich vom Mutterthiere loslösen oder sie können in geringer Anzahl längere Zeit mit ihm vereinigt bleiben. In letzterem Falle entstehen kleine Hydrastöcke mit gleichartigen Einzelpersonen.

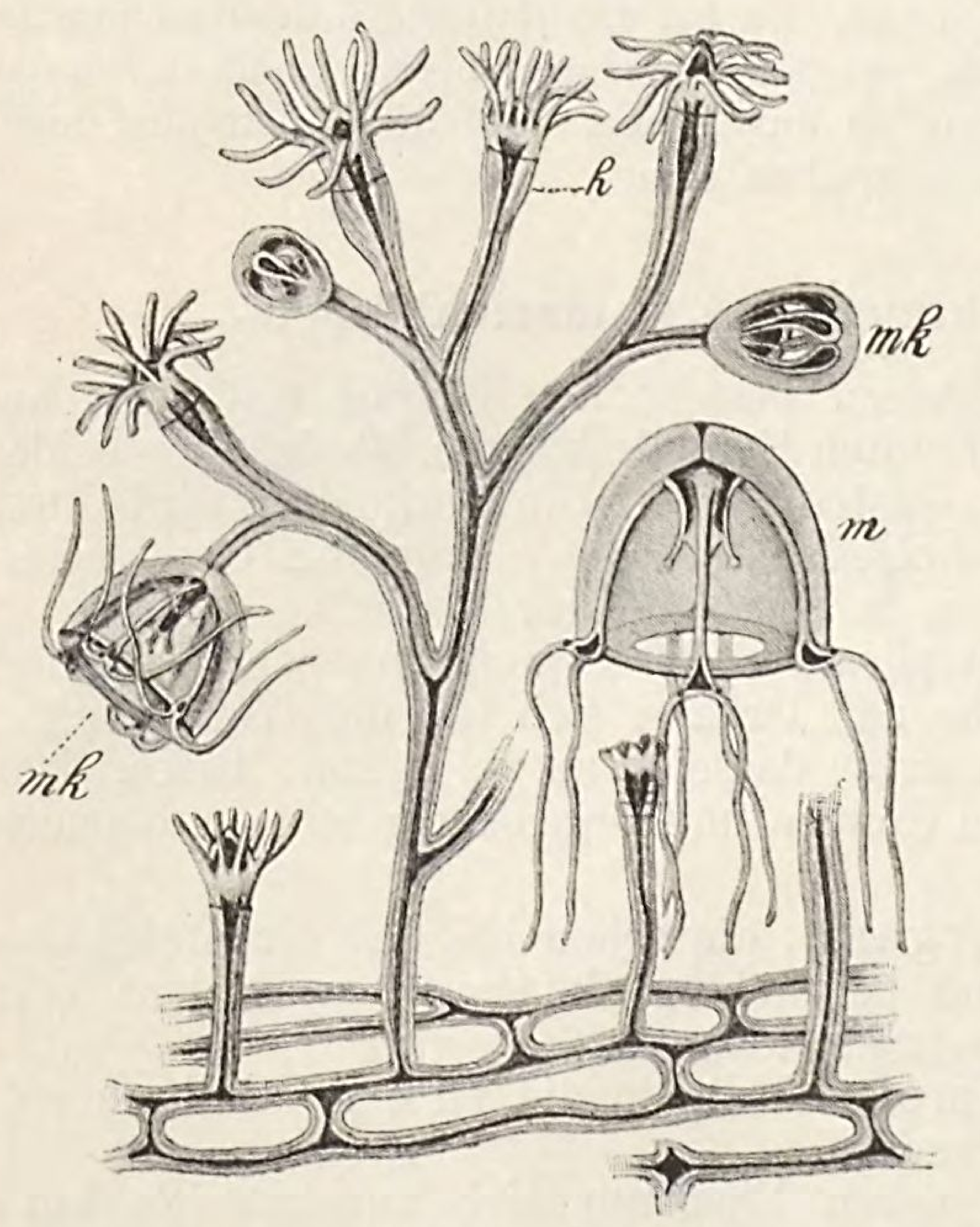


Fig. 78. **Bougainvillea ramosa,** nach ALLMAN, mit knospenden Medusen. *h* Nährpolypen, *mk* Medusenknospen, *m* losgelöste junge Meduse (**Margelis ramosa**).

In ähnlicher Weise entstehen bei den meisten Hydroiden oft zierlich und reichlich verästelte Stöckchen (Fig. 78). Die Einzelpersonen solcher Stöckchen sind aber nicht alle gleichartig, sondern es hat sich in Folge mehr oder weniger weit gehender Arbeitstheilung ein Di- oder Polymorphismus derselben ausgebildet. Wir unterscheiden zunächst: 1) sterile Nährpersonen, welche auf der Stufe eines Hydroiden stehen bleiben und die Ernährung des Stockes übernehmen, an welchem die Darmhöhlen aller Einzelpersonen mit einander in Communication bleiben; 2) Geschlechts-

personen. Diese übernehmen die Aufgabe, die Geschlechtsprodukte zur Reife zu bringen, sie gleichsam auszusäen und zu verbreiten, so dass die aus den befruchteten Eiern hervorgehende junge Hydroid-Brut an neuen Stellen sich festsetzen und neue Stöcke bilden kann. Die zu einer freischwimmenden Lebensweise bestimmten Geschlechtspersonen, die an einem Hydroid-Stocke knospen, erlangen einen dieser Lebensweise entsprechenden Bau, sie werden zu jungen, craspedoten Medusen, die sich vom Stocke loslösen, fortschwimmen und — oft nach mehr oder weniger langen Metamorphosen — die Geschlechtsprodukte zur Reife bringen. Dass die craspedote Meduse nur eine in Anpassung an die freischwimmende Lebensweise umgewandelte Hydroidform ist, haben wir schon betont. Aus beistehenden Abbildungen (Fig. 79 A—E) ist ersichtlich, wie sich eine Knospe eines Hydroidstöckchens zu einer craspedoten Meduse entwickelt.

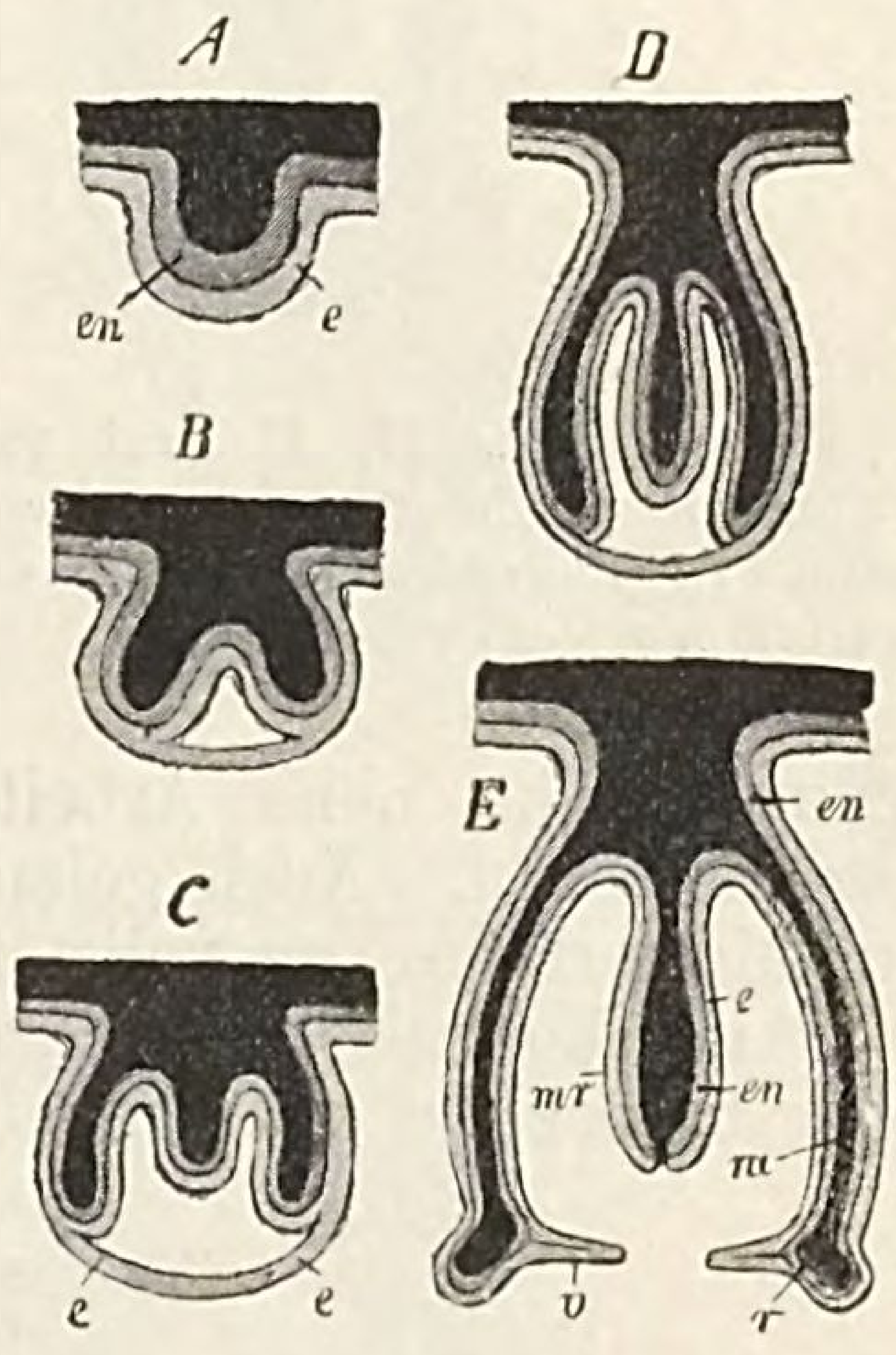


Fig. 79. *A*, *B*, *C*, *D*, *E* **Schemata zur Erläuterung der Bildung einer craspedoten Meduse durch Knospung an einer Hydroide.** Schwarz: Darmhöhlen. *en* Entoderm, *e* Ectoderm, *mr* Magenrohr, *v* Velum, *ra* Radialkanal, *r* Ringkanal.

Die Ausbildung freischwimmender Geschlechtspersonen bietet noch den Vortheil, dass sie die Fremdbefruchtung ermöglicht.

Bei zahlreichen Hydroiden aber entstehen wohl durch Knospung am Stocke Geschlechtspersonen, deren Bau sich mehr oder weniger dem einer Meduse nähert, ihn aber nicht erreicht. Solche medusoide Geschlechtspersonen oder Gonophoren (Fig. 80) lösen sich nicht mehr als freischwimmende Medusen los, sondern sie entwickeln die Geschlechtsprodukte, indem sie mit dem Stocke in Verbindung bleiben. Es ist nicht wohl möglich, die verschiedenen Arten von medusoiden Gemmen als Stadien in der Ausbildung der Medusenform zu deuten, da man nicht einsehen kann, welchen Vortheil die geringere oder grössere Ausbildung der Medusenform diesen festsitzenden Geschlechtspersonen darbieten könnte. Sie müssen vielmehr als ebenso viele Stadien der Rückbildung betrachtet werden, bedingt dadurch, dass sich die Geschlechtsgemmen nicht mehr als freischwimmende Medusen vom Stocke loslösen. Die Rückbildung kann so weit gehen, dass die ursprüngliche Medusenorganisation ganz unkenntlich geworden ist (Fig. 80 C).

Die Arbeitstheilung zwischen den Personen eines Stockes geht bei einzelnen Hydroiden noch weiter und führt zur Bildung polymorpher Stöcke. Ausser den gewöhnlichen Nähr- und Geschlechtspersonen können noch mund- und tentakellose Taster und dornartige, mit hartem Peridermskelet ausgerüstete Schutzpersonen vorkommen, zwischen die sich die übrigen Personen zurückzuziehen vermögen.

Relativ selten ist die Fortpflanzung durch Knospung und Theilung bei der Medusenform der Hydrozoen, bei craspedoten Medusen überhaupt. Knospung ist bis jetzt innerhalb der Abtheilung der Anthomedusen in der Familie der Sarsiadae beobachtet worden. Hier bilden

sich zahlreiche Knospen entweder am Schirmrand oder am sehr langgestreckten Magenstiel. Diese Knospen wachsen zu dem Mutterthiere ähnlichen jungen Sarsien heran, die sich dann loslösen und für sich frei herumschwimmen. Es kommt also hier zur Bildung freischwimmender

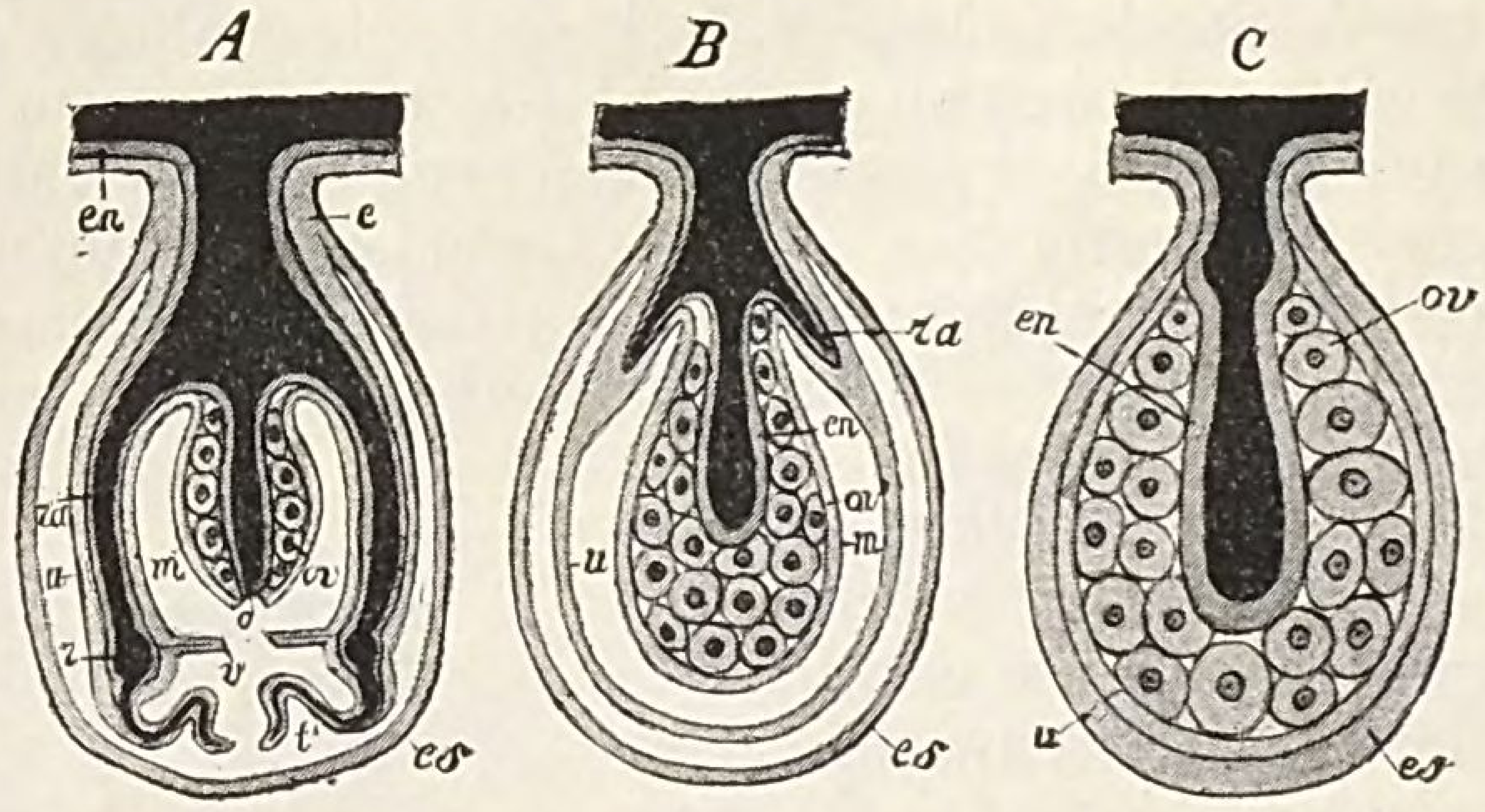


Fig. 80. *A*, *B*, *C* **Drei verschiedene Typen von Gonophoren von Hydrozoen.** *e* Ectoderm, *en* Entoderm, *es* äussere ectodermale Hülle der Gonophoren, *u* Umbrella oder Schirm, *ra* Radialkanal, *r* Ringkanal, *t* Tentakel, *m* Magenstiel, *o* Mund, *ov* Gonade (Ovarium), *v* Velum.

Medusenstöcke ohne Arbeitstheilung und ohne Polymorphismus der Einzelpersonen. Auch gelangen die Medusen erst nach ihrer Loslösung vom Mutterthiere zu vollständiger Ausbildung.

Auch Fortpflanzung durch fortgesetzte Zweitheilung ist bei Craspedoten beobachtet worden. In einzelnen Fällen (Gastroblasta) entstehen eigenthümliche freischwimmende Medusenstöcke, die folgenden Bau haben. Eine einheitliche, am Rande mit Tentakeln und Randbläschen versehene Meduse trägt an ihrer Subumbrella zahlreiche Magenschläuche. Die Zahl dieser Magenschläuche bestimmt die Zahl der Einzelpersonen des Stockes, die insofern unvollständig von einander getrennt sind, als ihre Scheiben nie zur Sonderung gelangen.

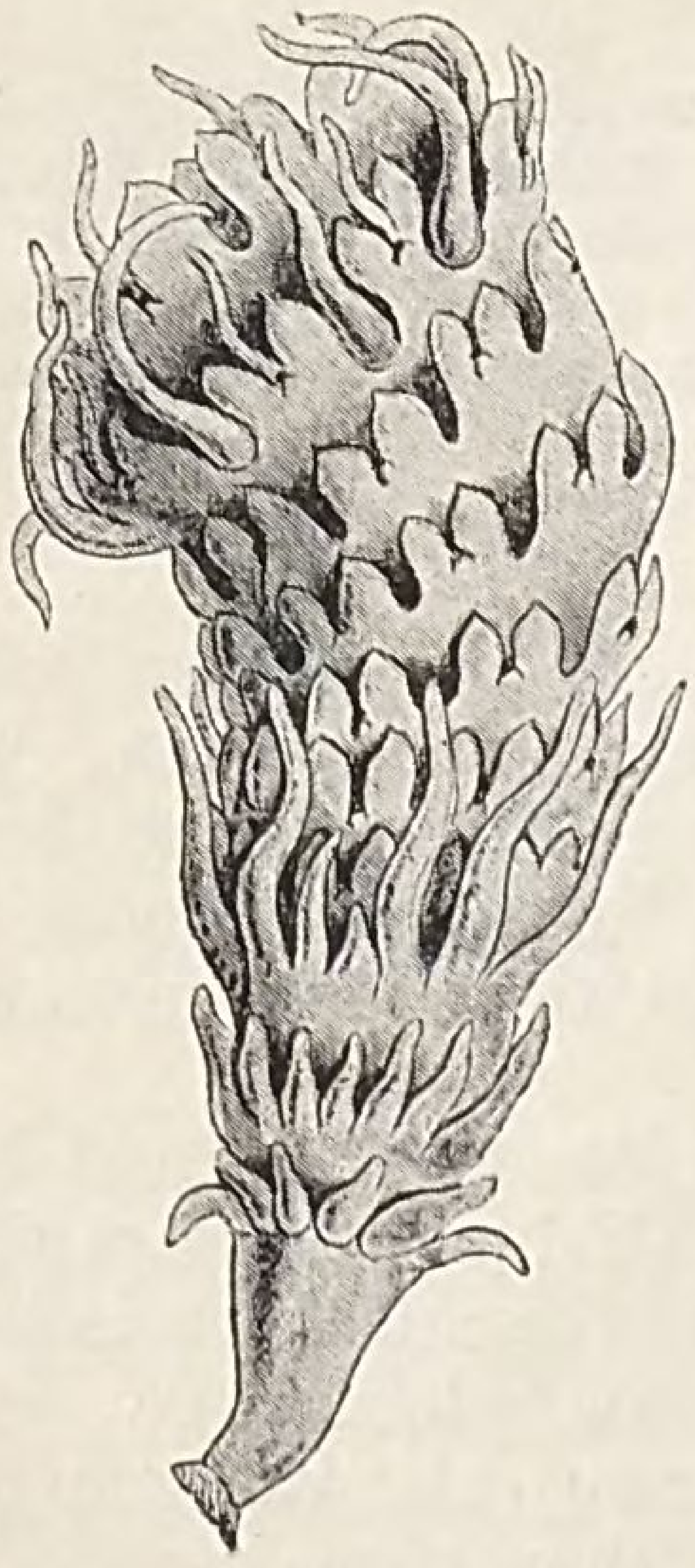


Fig. 81.
Polydiske Strobila von Aurelia aurita, nach Haeckel.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch eine Art Theilung kommt auch bei Jugendformen von Discomedusen (z. B. Aurelia) vor, nämlich bei dem als Scyphistoma bekannten und oben charakterisirten festsitzenden Jugendstadium. Im einfachsten Falle (monodiske Strobila) schnürt sich die Scheibe des Scyphistoma (Ephyra) vom Stiele ab, an dem sich nachher gleichsam durch Regeneration eine neue Scheibe entwickelt. Meistens aber kommt es schon zur Bildung neuer Scheiben zwischen dem Stiel und den ältern Scheiben, bevor sich die letztern abgelöst haben; dann haben wir die typische (polydiske) Strobila (Fig. 81) vor uns.

Sehr allgemein verbreitet ist Fortpflanzung durch Knospung und unvollständige Theilung bei den Korallen. Nur bei den nackten Actinien kommt sie selten vor. Sie führt zur Bildung jener zum Theil sehr voluminösen Korallenstöcke, deren Skelete von den Riff- oder Steinkorallen, oder von der Edelkoralle und andern Alcyonarien her allgemein bekannt sind. Am besten untersucht ist die Knospung und Stockbildung bei den Alcyonarien. Von irgend einer Stelle des Mutterpolypen aus bilden sich Ausstülpungen, sogenannte Stolonen, die in für die einzelnen Gruppen charakteristischer Anordnung sich am Mutterpolypen bilden. Sie sind entweder einfach oder netzförmig verästelt. Durch neue Ausstülpungen und locale Erweiterungen der in ihnen enthaltenen ento-

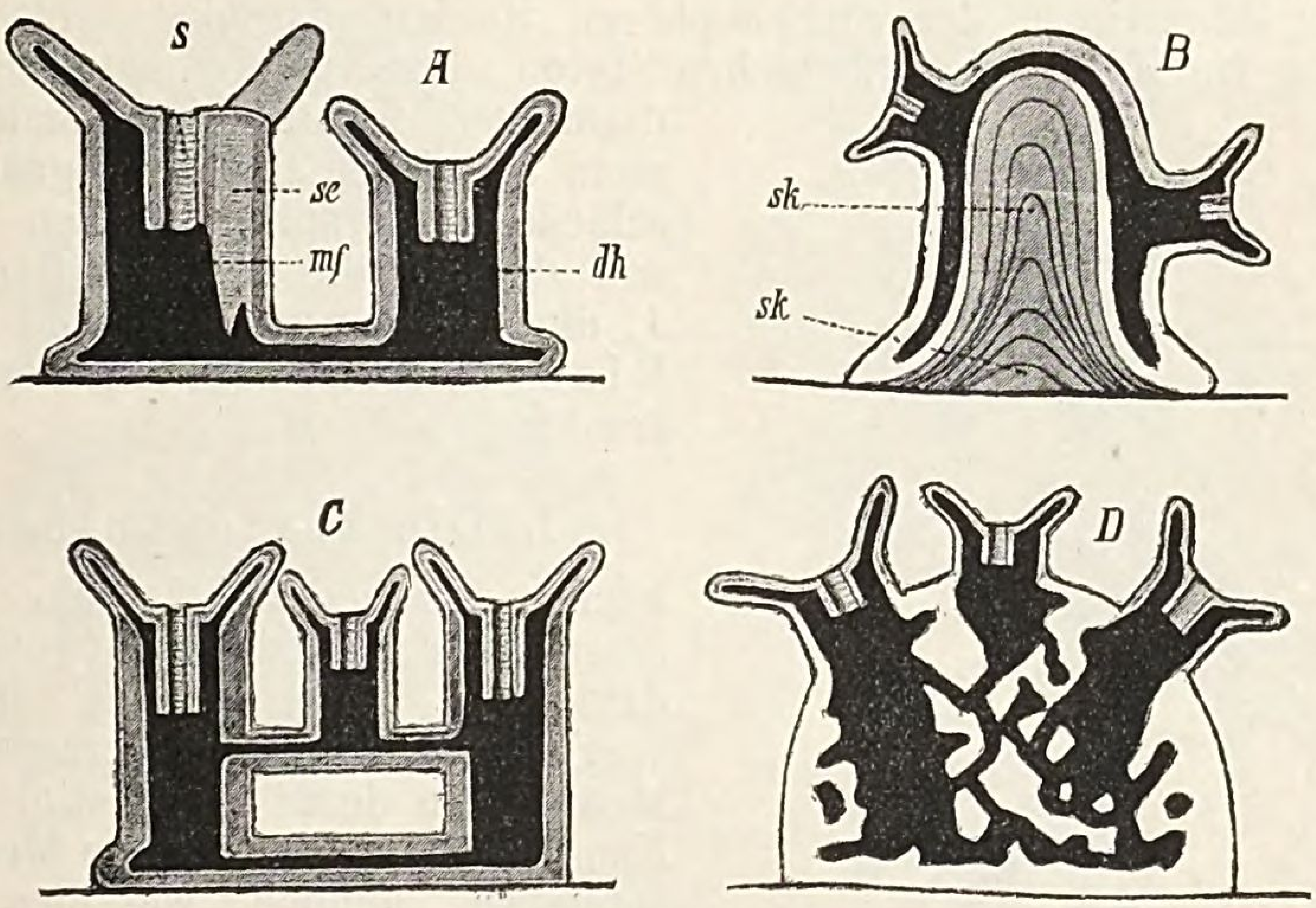


Fig. 82. **Schemata zur Veranschaulichung der Knospung und Stockbildung bei verschiedenen Alcyonarien.** *A* Allgemeines Schema, *B* Gorgonia, *C* Tubipora, *D* Alcyonium. Schwarz: die Höhlungen des Gastralsystems. *s* Schlund, *se* Septen, *mf* Mesenterialwülste, *dh* Gastralhöhle, *sk* Achsenskelet, in übereinander liegenden Schichten gezeichnet, zur Veranschaulichung seiner Entstehungsweise.

dermalen Kanäle entstehen an diesen Stolonen junge Tochterthiere, an denen sich der Mund, das Schlundrohr, die Septen und Tentakel bilden. So entstehen Stöcke von Personen, deren Gastralhöhlen immer, wie auch bei den Riffkorallen durch ein charakteristisch angeordnetes Kanalsystem mit einander in Verbindung bleiben. Die obenstehenden Abbildungen (Fig. 82 A—C) veranschaulichen in schematischer Weise die Art der Knospung und den Beginn der Stockbildung bei verschiedenen Alcyonarien.

Auch bei Alcyonarien kommt Arbeitstheilung und Di- oder Polymorphismus der Einzelpersonen (Zooide) vor. So kommen neben den normalen Personen solche ohne Tentakel und mit der Zahl nach reducirten (2) Septen vor, die die Aufnahme von Wasser in das Kanalsystem besorgen.

XIII. Der Organismus der Siphonophoren.

Es ist am zweckmässigsten, den Bau der Siphonophoren an dieser Stelle zu besprechen, da er nur aus den Erscheinungen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Knospung, der Stockbildung und den Wirkungen der Arbeitstheilung zu erklären und zu verstehen ist. — Die Siphonophoren werden in der That schon seit längerer Zeit von den meisten Forschern als polymorphe Thierstöcke betrachtet, ohne dass freilich die Zoologen in der Deutung der einzelnen Theile zu einer einheitlichen Auffassung gelangt wären.

Die folgende Darstellung schliesst sich im ganzen an die neueste von Haeckel vertretene Ansicht an.

Zu der Klasse der Siphonophoren werden bis jetzt zwei Thiergruppen vereinigt, die, abgesehen davon, dass beide Medusenstöcke darstellen, nichts mit einander gemein und jedenfalls einen ganz verschiedenen Ursprung haben. Ich will deshalb diese beiden Gruppen, 1) die Siphonanthen und 2) die Disconanthen, gesondert behandeln.

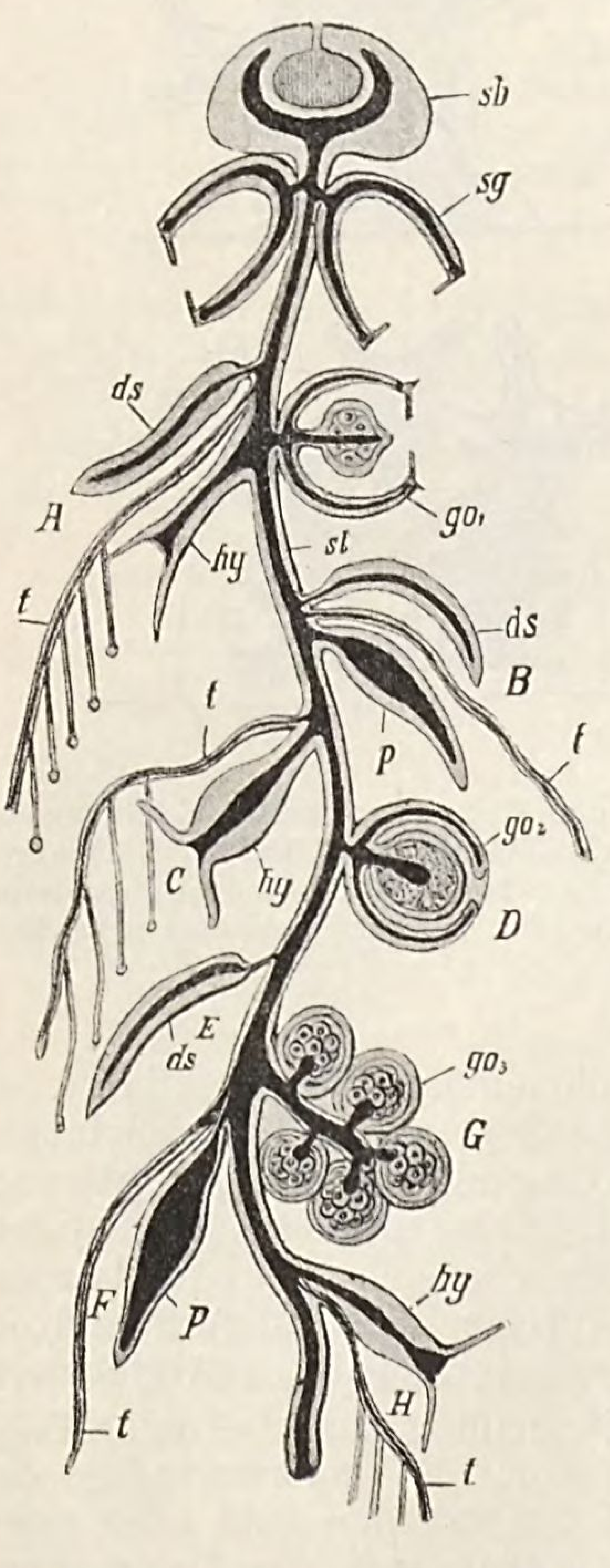


Fig. 83. **Schematische Darstellung der Organisation eines Siphonanthenstockes.** *sb* Schwimmblase, *sg* Schwimmglocke, *ds* Deckstücke, *t* Tentakel, go_1 go_2 go_3 Gonophoren, *hy* Mund- oder Magenstiele (Siphonen), *p* Taster oder Fühler. *A—H* Verschiedene Gruppen von Anhängen, die in dieser Weise nie zusammen bei einer Siphonanthenart vorkommen. Schwarz: das Gastralsystem.

I. Die Siphonanthen

können wir in der Weise als Stöcke craspedoter Medusen auffassen, dass wir ihren ganzen Körper vergleichen mit einer craspedoten Meduse, an deren Magenstiel durch Knospung zahlreiche junge Medusen entstehen, ähnlich, wie dies etwa bei Sarsia siphonophora der Fall ist. Während aber die Muttermeduse der Sarsia radiär gebaut ist und die an ihrem Magenstiel knospenden Tochtermedusen alle unter sich und dem Mutterthier gleich sind, ist das Mutterthier einer Siphonanthe, das hier als Jugendstadium, als Larve derselben auftritt, eine stark umgewandelte Meduse. Ihre Scheibe ist meist zu einem Luftsack umgebildet, sie besitzt nur einen Tentakel (was auch bei Craspedoten vorkommt); ihr Magenstiel ist zu dem meist sehr langgestreckten „Stamme“ der Siphonanthen verlängert. Die am Stamme knospenden Tochtermedusen sind

weder unter sich, noch dem Mutterthiere gleich. Sie theilen sich in die gemeinsame Arbeit und sind in Folge dessen ihrer speciellen Funktion adäquat verschiedenartig umgebildet.

Wenn wir nun den Körper einer Siphonanthe etwas genauer betrachten, so wollen wir zunächst diejenigen Theile genauer ins Auge fassen, die wir mit den Theilen oder Organen der Muttermeduse einer proliferirenden Craspedote vergleichen können (Fig. 83).

A. Die am obern Ende des Stammes gelegene Pneumatophore oder Schwimmblase. Diese entspricht einem umgewandelten Medusenschirm. (Sie fehlt nur bei der Ordnung der Calyconecten, wo

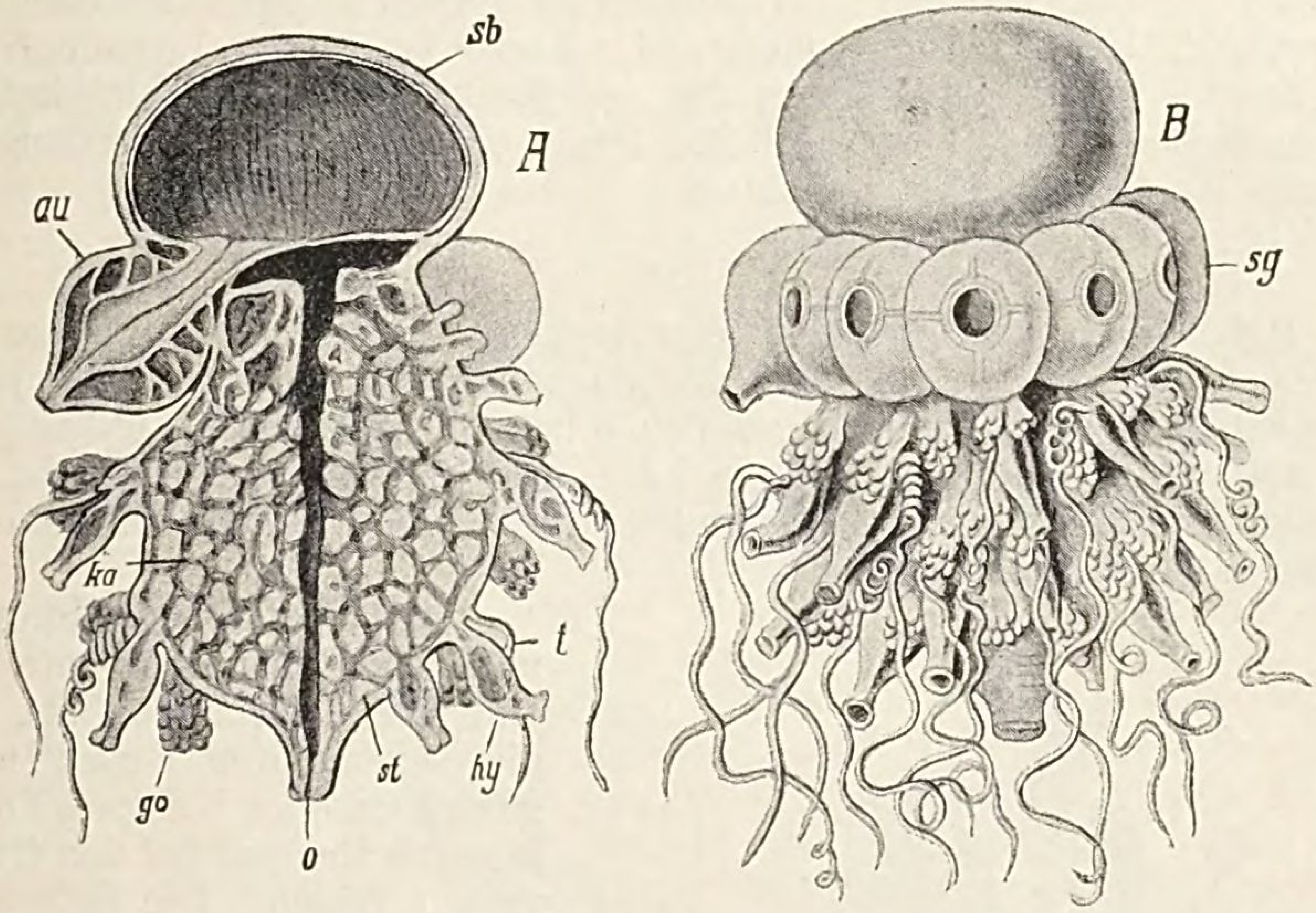


Fig. 84. **Stephalia corona,** nach HAECKEL. *A* Der Länge nach halbirt, *B* Habitusbild. *sb* Schwimmblase, *au* Aurophor, *sg* Schwimmglocken, *ka* Kanalsystem des Stammes (Hauptmagen *st*), *go* Gonophorentrauben, *o* Oeffnung (Mund) des Stammes (Hauptmagenschlauch *st*), *hy* Magenschläuche (Siphonen), *t* Tentakel.

der Schirm der als Larve auftretenden Muttermeduse sich zu der ersten provisorischen Schwimmglocke entwickelt, die dann abgeworfen wird.) An einer Stelle der Exumbrella bildet sich frühzeitig eine Luft absondernde Einstülpung, der Luftsack, der sich so stark ausdehnt, dass er weitaus den grössten Theil der ursprünglichen Scheibe repräsentirt, stets aber durch die Einstülpungsöffnung (den Porus des Luftsackes) mit der Aussenwelt in offener Communication bleibt. — Um den Luftsack herum finden sich in der so modifizirten und mehr oder weniger kugelförmig gewordenen Scheibe 8 (seltener 4 oder 16) durch Septen getrennte, entodermale Taschen, die unter dem Luftsack in einander und in den entodermalen Achsenkanal des Stammes einmünden. Diese Taschen entsprechen den Radiärkanälen einer Meduse. — Die Pneumatophore dient als hydrostatischer Apparat, der den ganzen Siphonophorenstock im Wasser schwebend erhält. Die Luft kann durch den Porus des Luftsackes nach aussen entleert und nachher durch das ectodermale Drüsenepithel im Grunde des Luftsackes von neuem ausgeschieden werden.

B. Von den Tentakeln kommt nur einer zur Ausbildung. Er ist vom Rande der Scheibe auf die Subumbrella an die Basis des Stammes gerückt und wird wahrscheinlich meist frühzeitig abgeworfen.

C. Der Stamm der Siphonanthe, welcher gewöhnlich langgestreckt röhrenförmig und contractil, seltener verkürzt und flächenartig ausgebreitet ist, entspricht dem Magenstiel einer Meduse. Nur selten findet sich an seinem untern Ende noch eine Oeffnung (primäre Mundöffnung). Die Ansicht, dass diese drei Theile zusammen einer Meduse äquivalent sind, erhält, wie zum Theil schon aus dem Gesagten hervorgeht, eine Stütze durch ontogenetische Beobachtungen. Die aus dem befruchteten Ei sich entwickelnde Gastrula bildet sich zu einer Siphonanthen-Larve aus, welche zunächst nur eben diese drei Theile, Schirm, Tentakel und Magenstiel, besitzt. Diese medusoide Larve ist bilateral symmetrisch. Ihr Schirm zeigt eine tiefe Spalte, sie besitzt nur einen Tentakel, ihr Magenstiel ist mit Dotter erfüllt. Dann entsteht durch Knospung am Magenstiel der Siphonophorenstock.

Betrachten wir nun die polymorphen Anhänge am Stamme der Siphonanthen, die wir mit den am Magenstiel von Sarsia siphonophora knospenden Tochtermedusen verglichen haben. Alle diese Anhänge sind am Stamme in einer Linie, deren Lage man als ventral bezeichnet, angeordnet. Die Linie wird gewöhnlich durch eine spiralige Drehung des Stammes zu einer Spirale.

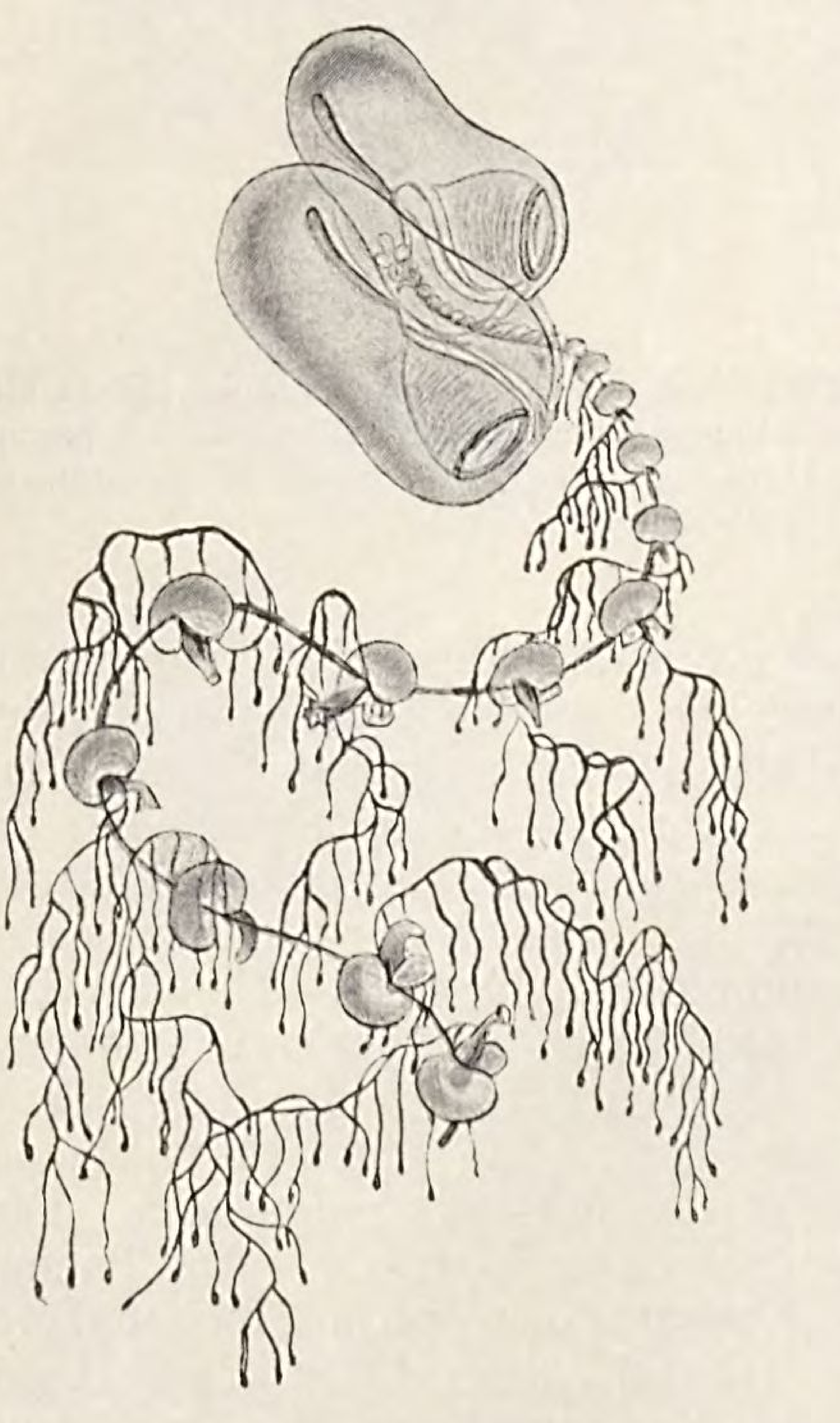


Fig. 85. **Praya galea**, nach Haeckel.

Zu oberst am Stamme, unter der Pneumatophore (wo eine solche vorhanden ist), sind die sogenannten Schwimmglocken oder Nectophoren inserirt, die nur bei den Cystonecten fehlen. Die Schwimmglocken besorgen ausschliesslich und allein für den ganzen Stock die Fortbewegung. Sie haben alle diejenigen Organe der Meduse, die nicht für diese ausschliessliche Funktion von Nutzen, ihr vielmehr hinderlich sind, verloren, so vor allem Mund, Magenstiel und die Tentakel. Das Bewegungsorgan der Meduse, die Scheibe oder Umbrella, ist aber um so stärker entwickelt: sie ist hoch gewölbt mit kräftiger Ringmuskelschicht an der Subumbrella. Ihr Rand springt in Form eines ächten Velum vor. An der Basis des Velum verläuft der Ringkanal, in welchen die 4 Radialkanäle einmünden. Die Schwimmglocken sind mit ihrem aboralen oder Scheitel-

pole so am Stamme inserirt, dass die Oeffnung der Glocke von der Spitze des Stammes weg, nach unten und aussen gekehrt ist.

Wenn die Schwimmglocken sich contrahiren und so das Wasser aus ihrer Subumbralhöhle nach unten ausstossen, so wird der ganze Stock durch den Rückstoss in der entgegengesetzten Richtung, also nach oben, fortgetrieben. Die Schwimmglocken sind nicht regulär, sondern bilateral symmetrisch gebaut, was sich aus ihrer Insertion am Stamme und aus der Lage erklärt, die sie einnehmen müssen, um eine Fortbewegung des ganzen Stockes zu erzielen. Was die Zahl und Anordnung der Schwimmglocken anbetrifft, so finden wir entweder eine oder zwei gegenständige oder mehrere, oft sehr zahlreiche Schwimmglocken, die entweder zweizeilig oder mehrzeilig oder im Kranze um den Stamm angeordnet sind. Immer aber liegen die Ansatzstellen der Glocken in einer oft gestreckten, oft sehr gedrückten Spirale. Die Richtung der Windung dieser Spirale ist derjenigen entgegengesetzt, in der die Spirale der übrigen Stammanhänge gewunden ist. Der entodermale Achsenkanal des Stammes steht mit den am Scheitelpole sich vereinigenden Radialgefässen jeder einzelnen Schwimmglocke in offener Communication.

Unterhalb der Schwimmglocken trägt nun der Stamm folgende verschiedene Arten von Anhängen, die wir ebenfalls als modifizirte Medusen betrachten.

A. Die Gonophoren oder Geschlechtspersonen (Fig. 83 go_1, go_2, go_3). Diese haben ausschliesslich die Funktion übernommen, die Geschlechtsprodukte zu erzeugen. Sie sind entweder männlich oder weiblich. Die typische Organisation einer craspedoten Meduse ist bei ihnen noch am getreuesten erhalten. Sie besitzen eine glockenförmige Umbrella mit Velum, Ringkanal und Radiärkanälen, ferner einen in die Subumbralhöhle hineinragenden Magenstiel (bisweilen noch mit Mundöffnung), in dessen Wand, ähnlich wie bei den Codoniden unter den craspedoten Medusen, die Geschlechtsprodukte entstehen. Die Umbrella ist hier wahrscheinlich ein Schutzapparat. Bisweilen sind noch Tentakelrudimente am Scheibenrande vorhanden. Bisweilen ist aber auch die ganze medusoide Gestalt beträchtlich rückgebildet.

B. Sterile Personen. Diese besorgen die Funktionen der Nahrungsaufnahme, der Verdauung, des Schutzes, der Tastempfindung u. s. w. Der Medusenbau ist bei ihnen stets, oft bis zur Unkenntlichkeit, verwischt. Wir können folgende verschiedene Arten solcher sterilen Personen unterscheiden.

a) Personen, bei denen noch folgende typische Organe einer Meduse zu erkennen sind: 1. ein verschieden gestaltetes Deckstück als Umwandlungsprodukt der Umbrella. Es dient als Schirm oder Schild und bietet nicht nur den anderen Theilen der eigenen Person, sondern auch benachbarten Personen Schutz, indem sie sich unter dasselbe zurückziehen können. 2. Der Mund- oder Magenstiel (Sipho), das Hauptorgan der Nahrungsaufnahme und Verdauung. Der Sipho ist oft gestielt; der Mundrand trichterförmig verbreitert oder in 4 Zipfel ausgezogen oder rüsselartig verlängert. 3. Ein sehr contractiler Tentakel oder Fangfaden, der an die Basis des Magenstieles verlagert ist. Der Tentakel ist einzeilig gefiedert, d. h. mit einer Reihe von Seitenzweigen versehen, deren Enden mit Nesselknöpfen bewaffnet sind. Eine solche sterile Person besorgt also zugleich die Funktionen der Nahrungsaufnahme und des Schutzes (Fig. 83 A).

b) Personen, die sich von den eben beschriebenen dadurch unterscheiden, dass der contractile, hohle Siphon den Mund eingebüsst hat und zu einem Taster oder Fühler umgewandelt erscheint. Der Tentakel an der Basis des Tasters ist zu einem ungefiederten, langen, sehr retractilen Fühlfaden geworden (Fig. 83 B).

c) Personen, an denen die Umbrella ganz rückgebildet ist und die nur noch aus Siphon nebst Tentakel bestehen (Fig. 83 C).

d) Personen, die ausschliesslich die Funktion des Schutzes beibehalten haben und bei denen nur noch die Umbrella in Form eines Deckstückes zur Ausbildung gelangt, während die Bildung von Siphon und Fangfaden unterdrückt ist (Fig. 83 E).

e) Personen, die auf den Taster, ohne Deckstücke und ohne Fühlfäden reducirt sind.

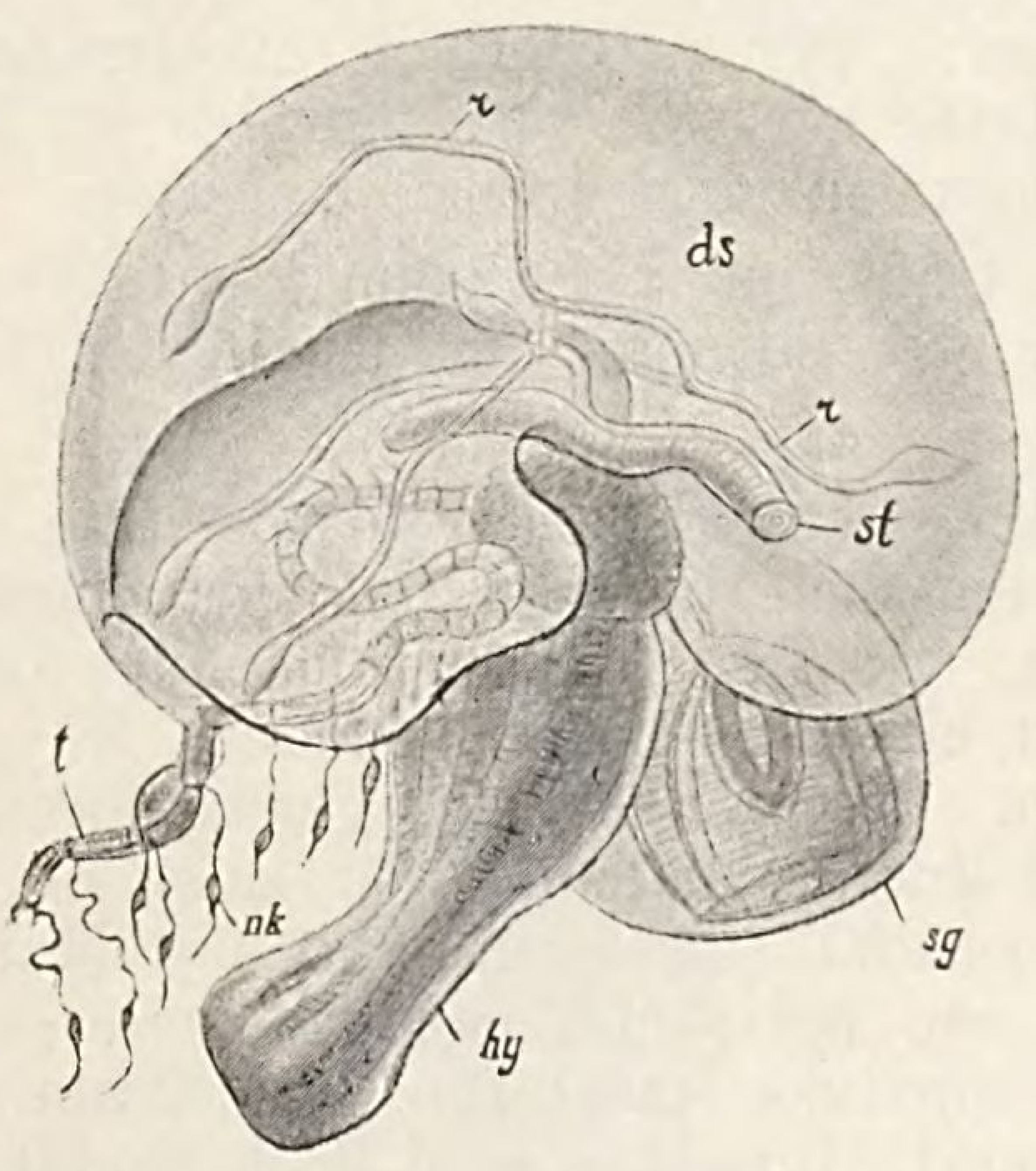


Fig. 86. **Einzelnes Cormidium (Eudoxia) von Praya galea,** nach HAECKEL. *ds* Deckstück, *r* Radialkanäle desselben, *st* Stammstück, *hy* Sipho oder Magenstiel, *t* Tentakel, *nk* Nesselknöpfe, *sg* Gonophore.

C. Special-Schwimmglocken. Solche in ihrem Baue mit den gewöhnlichen, am obern Ende des Stammes befindlichen Schwimmglocken übereinstimmende Nectophoren kommen bei einigen Siphonanthen auch am übrigen Theile des Stammes vor.

Diese verschiedenen Anhänge oder heteromorphen Personen, von denen mehrere fehlen können, kommen nun in verschiedener, oft sehr charakteristischer Anordnung und Vertheilung am Stamme vor. Sie sind zunächst bei vielen Siphonanthen zu distinkten, in regelmässigen Abständen sich wiederholenden, durch Internodien am Stamme getrennten Gruppen angeordnet.

Es kommen folgende Hauptmodifikationen in der Zusammensetzung einer solchen Gruppe vor, die man als Cormidium bezeichnet.

A. Das Cormidium besteht 1. aus einer Gonophore und 2. aus einer sterilen Person mit Deckstück, Sipho und Fangfaden (Fig. 86).

B. Zu diesen 2 Personen kommt noch eine Special-Schwimmglocke als 3. Person hinzu.

C. Das Cormidium besteht 1. aus einer oder mehreren Gonophoren; 2. aus einer sterilen Person mit Siphon und Tentakel, aber ohne Deckstück.

D. Es besteht 1. aus einer oder mehreren Gonophoren; 2. einem Sipho mit Tentakel, aber ohne Deckstück; 3. einem oder mehreren Palponen mit Tentakel, aber ohne Deckstück.

E. Es besteht 1. aus einer Gruppe von Gonophoren; 2. einem Sipho nebst Tentakel; 3. einem oder mehreren Palponen ohne Tentakel;

4. mehreren Deckstücken, die vielleicht zum Theil zu den Palponen und zum Sipho gehören.

Seltener finden sich in einem Cormidium mehrere Siphonen mit Tentakeln.

Die sub A und B erwähnten Cormidien können sich vom Stamme loslösen und erst als freischwimmende Eudoxien (A) oder Ersaeen (B) in ihren Gonophoren die Geschlechtsprodukte zur Reife bringen. Aus dem befruchteten Ei geht dann wieder eine medusoide Siphonophorenlarve und aus dieser durch Knospung der polymorphe Siphonanthenstock hervor.

Bei manchen Siphonanthen ist die Anordnung der heteromorphen Personen am Stamme zu besonderen Cormidien entweder mehr oder weniger undeutlich (z. B. Rhizophysa, mehrere Agalmiden und Forskaliden) oder ganz unterdrückt, so dass die einzelnen Personen regellos am Stamme vertheilt sind (Physalia, Agalmopsis). Dann treten die Personen gewöhnlich als Anhänge auf, bei denen, abgesehen von den in Gruppen oder Trauben stehenden Gonophoren, der medusoide Bau mehr oder minder vollständig rückgebildet ist: Siphonen mit Tentakel, Taster mit oder ohne Fühlfaden; isolirte Deckstücke.

Diese zertreute Anordnung wird auch so erklärt, dass die zu einer sterilen Person gehörenden Theile, als da sind Sipho — oder Taster — Deckstück und Tentakel sich von einander entfernen, sich dislociren und gesondert am Stamme entstehen und dass sich diese dislocirten Theile oder Organe einer Person für sich multipliciren können.

II. Die Disconanthen (Discalia, Porpita, Porpalia, Velella)

sind ganz anders zu deuten als die Siphonanthen. Wie die Ontogenie und vergleichende Anatomie übereinstimmend und überzeugend lehren, sind diese Thiere als Medusen mit randständigen Tentakeln aufzufassen, die in der Mitte der Subumbrella in typischer Weise ihren Magenstiel mit Mund (Hauptsiphon) besitzen, daneben aber durch Knospung an der Subumbrella (ähnlich wie dies bei Gastroblasta der Fall ist) secundäre Siphonen oder Palponen erzeugen, aus deren Wand die medusenförmigen Gonophoren hervorknospen (Fig. 87). Alle Tentakel gehören dem Rande der ungetheilt sich forterhaltenden Medusen-Umbrella an. Im Schirme (auf dem sich bei Velella ein vertikaler, meist diagonal gerichteter Kamm erhebt) entwickelt sich an der exumbralen Seite ein oft sehr complicirt gebauter, vielkammeriger, ursprünglich achtstrahliger Luftbehälter, dessen Kammern durch zahlreiche Poren nach aussen münden. Die Jugendformen der Disconanthen sind typische Medusen mit 8 (später 16) Tentakeln am Scheibenrand und mit einem einzigen, centralen Magenstiel oder Siphon. Die Gonophoren lösen sich als freischwimmende, medusoide Geschlechtspersonen ab, um erst nach ihrer Trennung die Geschlechtsprodukte zur Reife zu bringen.

Die hier vorgetragene Auffassung des Siphonophorenkörpers nimmt eine vermittelnde Stellung ein zwischen zwei diametral entgegengesetzten Theorien, von denen jede schon seit langem ihre Vertreter gefunden hat. Nach der einen Theorie entspricht der ganze Siphonophorenkörper einer

einzigen Medusen-Person und alle ihre einzelnen Anhänge: die Schwimmglocken, Siphonen, Taster, Tentakel und Gonophoren sind weiter nichts als dislocirte Organe dieser Meduse, deren Zahl sich durch Multiplikation vermehrt. — Nach der andern Theorie ist der Siphonophorenkörper ein freischwimmender, polymorpher Hydroidenstock und jeder einzelne der eben citirten Anhänge, auch jeder Tentakel, ist als eine mehr oder minder modifizirte und an die specielle Funktion in Folge weitgehender Arbeitstheilung angepasste Person zu betrachten, also entweder als ein umgewandeltes Hydroid, oder, wie z. B. die Schwimmglocken und Gonophoren, als umgewandelte Medusen.

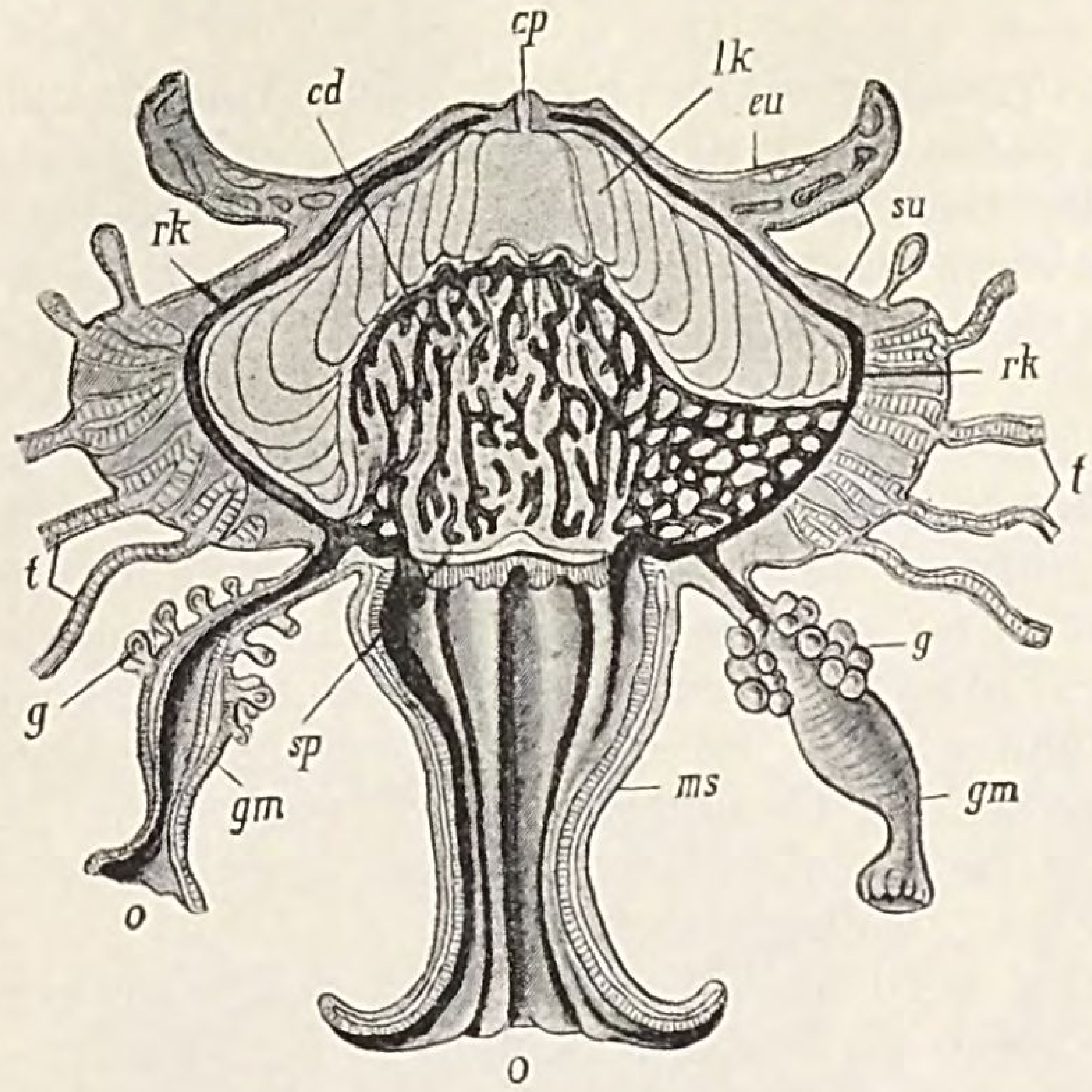


Fig. 87. **Porpalia prunella,** nach Haeckel. *cd* Centraldrüse, *lk* Luftkammer, *cp* Centralporus derselben, *rk* Radialkanal, *sp* Stützplatte, *eu* Exumbrella, *su* Subumbrella, *t* Tentakel, *g* Gonaden, *o* Mund, *ms* Hauptsipho, *gm* Nebensiphonen.

XIV. Lebensgeschichte der Cnidarien. Generationswechsel.

Auf die specielle Ontogenie der Cnidarien, die Anlage der Schichten des Körpers, die Entwickelung der Organe werden wir später zurückkommen. Hier wollen wir uns darauf beschränken, den allgemeinen Verlauf der Lebensgeschichte darzustellen.

Hydra pflanzt sich zugleich ungeschlechtlich durch Knospung und geschlechtlich durch befruchtete Eier fort. Aus diesen letztern gehen durch einen allmählichen Entwickelungsvorgang wieder Hydren hervor.

Bei sehr vielen Hydromedusen entsteht aus dem befruchteten Ei ebenfalls eine sich festsetzende Hydroidform, aus der durch Knospung ein mindestens dimorphes, oft polymorphes Hydroidstöckchen hervorgeht. Die einen Knospen werden zu sterilen Nährpersonen, die andern zu Geschlechtspersonen. Letztere lösen sich als freischwimmende, craspedote Medusen (Fig. 78 p. 102 *m*) vom Stocke los und erzeugen die Geschlechtsprodukte. Aus dem befruchteten Ei geht dann wieder ein sich festsetzendes Hydroid hervor. In den Entwickelungscyclus finden wir also hier gleichsam 2 aufeinanderfolgende Generationen eingeschaltet, 1. das di- oder polymorphe, sich durch Knospung vermehrende Hydroidstöckchen und 2. die durch Knospung entstehende, sich loslösende, freischwimmende und geschlechtlich sich fortpflanzende Meduse. Einen solchen Wechsel verschieden gestalteter und sich auf verschiedene Weise fortpflanzender Generationen nennt man **Generationswechsel** (Metagenesis). Es geht aus unserer Darstellung hervor, dass dieser Generationswechsel das Resultat der Arbeitstheilung zwischen den einzelnen Personen eines Hydroidstöckchens ist. Jede Meduse ist jeder Nähr-

person ursprünglich gleichwerthig und sie verdankt ihren Bau nur der Anpassung an die specielle Funktion, die Geschlechtsprodukte zu erzeugen und dieselben vermöge der freien Ortsbewegung auszubreiten. Man kann deshalb die Hydroidform nicht als Jugendzustand der Medusenform auffassen. Nährpolyp und Meduse sind Geschwister. Die Schwester entwickelt sich weiter als der Bruder, und sie pflanzt sich geschlechtlich fort, während der Bruder steril bleibt.

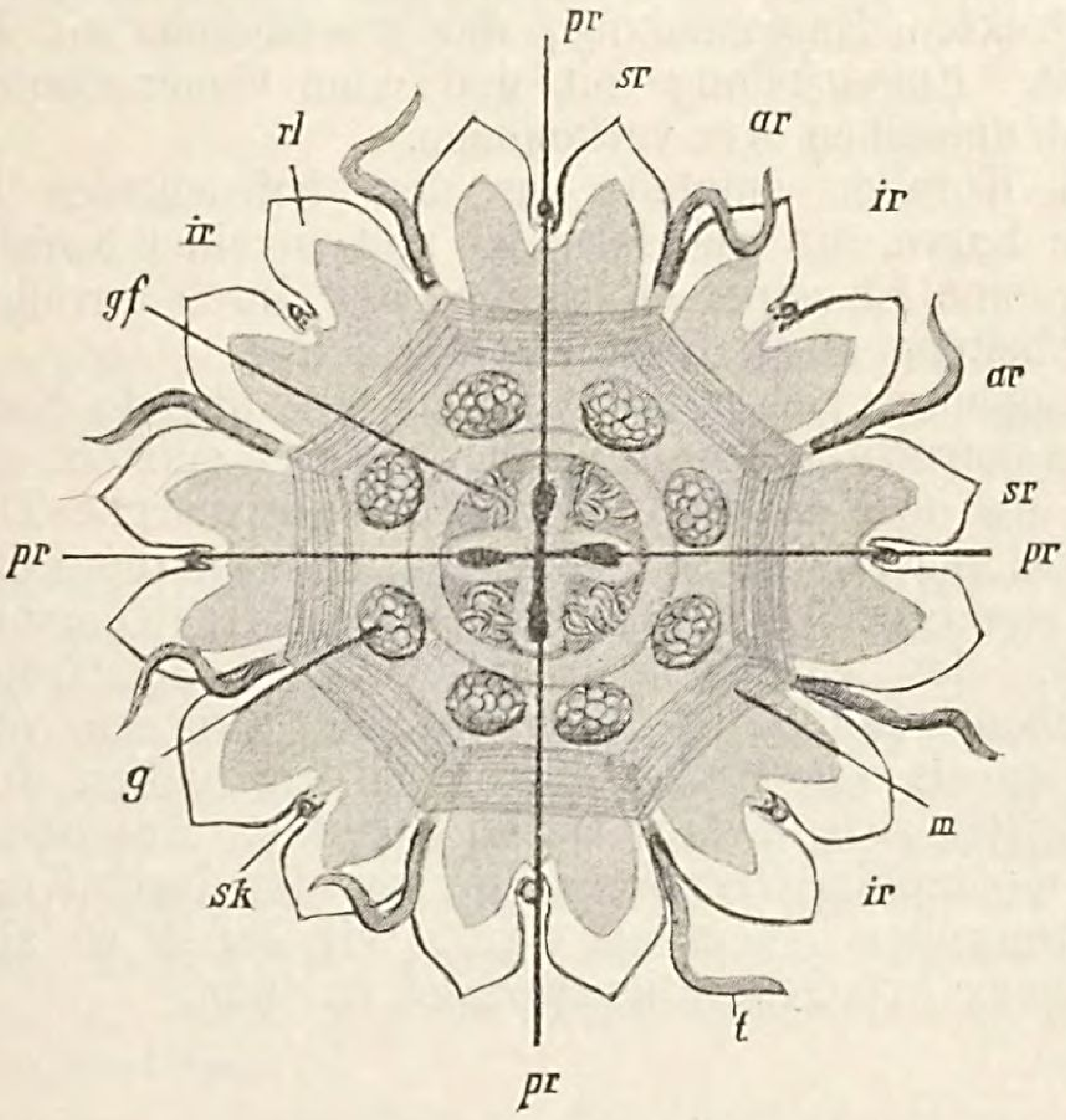


Fig. 88. **Nausithoë.** *pr* Perradien, *ir* Interradien, *ar* Adradien, *sr* Subradien, *rl* Randlappen, *t* Tentakel, *gf* Gastralfilamente, *m* Ringmuskel der Subumbrella, *sk* Sinneskolben (Rhopalien), *g* Geschlechtsdrüsen (Gonaden); in der Mitte das Mundkreuz.

Aus dem Generationswechsel der Hydromedusen müssen zwei andere Entwickelungsweisen abgeleitet werden, die ebenfalls bei Hydromedusen vorkommen. Es giebt Hydroidstöckchen, bei welchen die Geschlechtspersonen sich n i c h t m e h r vom Stocke loslösen, sondern als medusoide Gonophoren mit ihm in Verbindung bleiben. Aus den befruchteten Eiern solcher Hydroiden gehen wieder Hydroiden hervor. — Anderseits giebt es Hydromedusen, in deren ganzem Lebenscyclus keine festsitzenden Hydroidstöckchen mehr zur Ausbildung gelangen. Aus dem befruchteten Ei einer craspedoten Meduse geht wieder, oft nach Ablauf von Metamorphosen, eine geschlechtliche Meduse hervor.

Auch bei den Discomedusen kommt eine Art Generationswechsel vor. Aus dem befruchteten Ei kann sich eine junge festsitzende Meduse entwickeln, die durch a x i a l e K n o s p u n g (S t r o b i l a t i o n, Fig. 81 p. 104) oder daneben auch durch s e i t l i c h e K n o s p u n g sich ungeschlechtlich fortpflanzt. Die abgeschnürten jungen Medusen (E p h y r e n), deren Organisation, abgesehen von dem Mangel der Gonaden, im Wesentlichen dieselbe ist, wie bei Nausithoë (Fig. 88), durchlaufen eine mehr oder minder lange und complicirte Metamorphose, bis sie wieder zur

erwachsenen geschlechtsreifen Meduse werden. Hier aber ist der sich ungeschlechtlich vermehrende Organismus wirklich ein Jugendstadium der geschlechtlich differenzirten Meduse, nicht wie bei den Hydromedusen ein Bruder. Das junge Scyphistoma braucht sich nicht ungeschlechtlich zu vermehren. Es kann vielmehr sich vom Stiele loslösen und direkt zu einer Meduse entwickeln. Es giebt auch sehr viele freischwimmende Scyphomedusen, aus deren befruchteten Eiern direkt wieder, ohne Einschaltung eines festsitzenden und sich ungeschlechtlich vermehrenden Stadiums, eine neue Meduse hervorgeht. Wir sprechen dann von einer direkten Entwickelung, die gewöhnlich mit Metamorphose verbunden ist. Entwickelung mit und ohne Generationswechsel kann bei einer und derselben Art vorkommen.

Bei den Korallen entsteht aus dem befruchteten Ei eine freischwimmende Larve, die sich festsetzt und zu einer Koralle entwickelt, die entweder eine Einzelperson bleibt oder durch unvollständige Knospung und Theilung einen Korallenstock liefert.

Die Ctenophoren zeigen ausnahmslos eine direkte Entwickelung.

Aus dem befruchteten Ei der Siphonophoren entsteht ein medusoider Organismus, aus dem durch Knospung der polymorphe Thierstock hervorgeht. Auch hier können sich (Physalia, Disconanthen) die medusoiden Gonophoren vom Stocke loslösen und als Geschlechtspersonen ein freies Leben führen. Bei manchen Siphonanthen lösen sich Gruppen von Personen, die schon besprochenen Eudoxien oder Ernaeen, vom Stocke los und schwimmen als neue kleine Thierstöcke frei umher. In ihren Gonophoren entwickeln sich die Geschlechtsprodukte. Aus dem befruchteten Ei geht ein medusoider Organismus hervor, der durch Knospung wieder zu dem polymorphen Thierstock wird. Wir haben es also auch hier wieder mit einer Art Generationswechsel zu thun.

Litteratur.

R. Leuckart. *Zoologische Untersuchungen I. Giessen* 1853.
Derselbe. Zur nähern Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. Arch. f. Naturgeschichte. 1854.
C. Gegenbaur. *Beobachtungen über Siphonophoren. Zeitschr. f. w. Zool.* 1853.
Derselbe. Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren. Nova acta. Tom. 27. 1859.
C. Vogt. *Mémoires sur les Siphonophores. Mémoires de l'Institut genevois.* 1854.
A. v. Kölliker. *Die Siphonophoren oder Schwimmpolypen von Messina. Leipzig* 1853.
Milne-Edwards *et* **J. Haime.** *Histoire naturelle des Coralliaires.* 3 *Bände. Paris* 1857—60.
Th. Huxley. *The oceanic Hydrozoa. Roy. Society. London* 1859.
De Lacaze-Duthiers. *Histoire naturelle du corail. Paris* 1864.
Th. Hincks. *Natural History of the British Hydroid Zoophytes.* 2 *vol. London* 1868.
Kölliker. *Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien. Die Pennatuliden. Abhandlungen Senkenb. nat. Ges. Frankfurt. Bd.* 7 *u.* 8. 1872.
C. Claus. *Ueber Halistemma tergestinum. Arbeit. Zool. Institut Wien.* 1878.
G. J. Allman. *A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids. London* 1871—72. 2 *vol.*
N. Kleinenberg. *Hydra. Leipzig* 1872.
O. *u.* **R. Hertwig.** *Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig* 1878.
Dieselben. Die Actinien. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIII u. XIV. 1879—80.
R. Hertwig. *Ueber den Bau der Ctenophoren. Jena* 1880.
C. Chun. *Monographie der Ctenophoren. In: Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Leipzig* 1880.
E. Haeckel. *System der Medusen. Jena* 1880, 1881.

A. Andres. *Monografia delle Attinie.* 1. *Theil.* *In: Fauna und Flora des Golfes von Neapel.* 1884.
G. von Koch. *Monographie der Gorgoniden.* *In: Fauna und Flora des Golfes von Neapel.* 1887.
R. Hertwig. *Die Aktinien der Challenger-Expedition.* *Jena* 1882.
E. Haeckel. *Report on the Siphonophora of the Challeng. Expedition.* 1888
A. Goette. *Ueber die Entwickelung von Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata* 1887.
Zahlreiche wichtige Werke und Abhandlungen von Metschnikoff, F. E. Schulze, Haeckel, Moseley, L. Agassiz, A. Agassiz, Claus, Weismann, Hamann, Grenacher, Lacaze-Duthiers, Jourdan, Jikeli, Lendenfeld, Chun, C. Keller, Wilson, Fol, Semper, Dana, G. von Koch (eine Reihe wichtiger Abhandlungen über Korallen in: Morph. Jahrb. von Gegenbaur, Bd. IV—X), A. von Heider u. s. w. u. s. w.

Das biogenetische Grundgesetz. Die Eifurchung und Bildung der beiden primären Keimblätter (Gastrulation) der Metazoen. Die Ontogenie der Cnidarien.

Wie jedes Metazoon am Anfange seiner individuellen Existenz eine einfache Zelle, eine Eizelle ist, seinen Entwickelungsgang aber ganz von vorne, mit einem Stadium anfängt, auf dem die Protozoen zeitlebens stehen bleiben; so geht durch successive Theilungen aus dem befruchteten Ei aller Metazoen ein Keim hervor, dessen Bau im ganzen und grossen den Bau eines einfachen Coelenteraten wiederholt. Dieser Keim, der unter dem Namen der Gastrula bekannt ist, besteht aus zwei Zellschichten, dem Ectoderm und dem Entoderm, welche sich mit den beiden Schichten vergleichen lassen, die den Körper der einfachen Coelenteraten im erwachsenen Zustande zusammensetzen.

Biogenetisches Grundgesetz. Die Descendenztheorie deutet den häufig zu beobachtenden Parallelismus zwischen den aufeinanderfolgenden Stadien der individuellen oder ontogenetischen Entwickelung und den Stufen des Systems so, dass ein jedes Thier in seiner Ontogenie in ausserordentlich verkürzter und gedrängter Weise die lange Reihe seiner Vorfahrenformen durchläuft. „Die Ontogenie oder individuelle Entwicklungsgeschichte ist eine kurze Recapitulation der Stammesgeschichte oder Phylogenie.“ Dieser Satz, in welchem das biogenetische Grundgesetz formulirt ist, enthält eine descendenz-theoretische Verallgemeinerung der Thatsache, dass jedes Thier nicht nur seine Organisation im erwachsenen Zustande, sondern auch seinen ganzen, eigenen Entwickelungsverlauf durch Vererbung auf seine Nachkommen überträgt.

Wie nun im Laufe der Zeiten die Anpassung, d. h. das Ueberleben des Passendsten im Kampf ums Dasein, der Macht der Vererbung entgegenwirkt, so dass die Arten nicht constant bleiben, sondern sich unter Umständen verändern, so kann auch der ontogenetische Entwickelungsgang, d. h. die Reihe aufeinanderfolgender Entwickelungsstadien einer Art, solchen Abänderungen unterworfen sein, so dass es nun nicht mehr den Entwicklungsgang der Vorfahren getreu recapitulirt. Die durch die Vererbung bewirkte Recapitulation der Vorfahrenentwickelung bezeichnen wir als palingenetisch; die durch Anpassung bewirkte Abänderung von der Vorfahrenentwickelung als caenogenetisch.

Es ist nun äusserst schwierig, in einem concreten Falle zu bestimmen, was palingenetisch, was caenogenetisch ist. Zunächst ist leicht einzusehen, dass ein rein palingenetischer Entwickelungsvorgang nie und nirgends vorkommt. Nur durch Herausfinden einer Aehnlichkeit zwischen einem Entwickelungsstadium eines Thieres und einem anderen erwachsenen Thier können wir zu der Ansicht gelangen, dass das betreffende Stadium etwas Palingenetisches an sich hat. Wenn ein Vergleich eines Entwickelungsstadiums einer Art mit anderen Arten im erwachsenen Zustande nicht möglich ist, so fehlt uns jedes sichere Mittel, um zu beurtheilen, was an ihm palingenetisch oder caenogenetisch ist. So kennen wir z. B. keine erwachsenen Organismen, mit denen sich die Echinodermenlarven vergleichen liessen, und wir können in Folge dessen auch gar nicht wissen, ob diese Larven in irgend einem Punkte Organisationsverhältnisse von uralten Echinodermenvorfahren beibehalten haben oder nicht. Die Berechtigung, irgend ein Entwickelungsstadium dann für wahrscheinlich palingenetisch zu halten, wenn andere Organismen im erwachsenen Zustande im Wesentlichen die Organisation dieses Entwickelungsstadiums besitzen, steht und fällt selbst wieder mit der Annahme, dass sich niedere Thierformen neben solchen, die sich zu höheren Organismen ausgebildet haben, im Laufe der Erdgeschichte ziemlich unverändert erhalten haben, und dass nicht etwa alle heute lebenden niederen Thiere die degenerirten Nachkommen einst hoch entwickelter Vorfahren gewesen sind. Die Palaeontologie lehrt uns in der That, dass während der Epochen der Erdgeschichte, die ihrer Forschung zugänglich sind, und unter den Organismen, die wir im versteinerten Zustande kennen, manche Formen und Formengruppen sich ungeheuer lange Zeit hindurch fast unverändert erhalten, während andere Formen neuen, von ihnen verschiedenen Platz gemacht haben. Anderseits ist durchaus nicht zu bezweifeln, dass Rückschritte in der Entwickelung der organischen Welt durchaus nicht seltene Erscheinungen sind. Der Erwerb der festsitzenden Lebensweise z. B. und noch vielmehr der parasitischen Lebensweise zieht einen solchen Rückschritt nach sich. In manchen Fällen mag sich die Geschlechtsreife im erwachsenen Zustand auf in Folge neuer Verhältnisse besser concurrenzfähige Entwicklungsstadien zurückverlegt haben und die Ausbildung der „erwachsenen Form“ allmählich ganz unterblieben sein. So wird der Axolotl meist in dem Zustande mit äusseren Kiemen, als sogenannte „Larve“, geschlechtsreif und pflanzt sich als solche fort. Nur selten entwickelt er sich zu dem „erwachsenen“ Thier. Wenn hier in Folge bestimmter Verhältnisse die Ausbildung zum erwachsenen Thier ganz und immer ausbleiben würde, so hätten wir einen Fall vor uns, wo ein nach dem landläufigen Begriffe niedriger organisirtes Thier von einem höher ausgebildeten abstammt. Man muss also immer, wenn man Entwickelungsstadien von Thieren mit den Endstadien anderer Thierformen vergleicht, um ihre palingenetische Bedeutung hervorzuheben, gute Gründe dafür ins Feld führen können, dass diese Thierformen nicht vereinfacht oder rückgebildet sind.

Ist die Unterscheidung von Palingenie und Caenogenie schon dann schwierig, wenn man mit erwachsenen Thierformen exemplifiziren kann, so wächst die Schwierigkeit, wenn die Vergleichung eine rein ontogenetische bleibt, d. h. wenn man Entwickelungsstadien eines Thieres nur mit Entwickelungsstadien anderer Thiere vergleichen kann. Heutzutage nimmt man an, dass wenn zwei Thiergruppen ähnliche Larvenformen besitzen, diese beiden Gruppen stammverwandt seien. Die Larve von Balanoglossus stimmt in manchen wichtigen Punkten mit den Larven von Echinodermen

überein; man hält deshalb Balanoglossus für mit den Echinodermen verwandt. Es ist möglich, dass diese Ansicht richtig ist: man kann aber nicht einmal sagen, dass diese Verwandtschaft wahrscheinlich ist; denn wir können keine Gründe dafür anführen, dass die eine oder die andere Larvenform, oder alle beide eine palingenetische Bedeutung haben und was für eine.

Für die Beurtheilung der Ontogenie sind ausserdem noch eine Reihe von Gesichtspunkten hervorzuheben, die sich zum Theil einfach aus einer consequenten Durchführung der Darwin'schen Principien ergeben. Wir erwähnen nur die wichtigsten.

1. Es ist am ehesten möglich, einen ontogenetischen Entwickelungsgang für palingenetisch zu halten, wenn derselbe von Anfang bis zu Ende eine continuirliche ununterbrochene Reihe selbständig sich ernährender Entwickelungsstadien aufweist, so, dass wir jedes Stadium uns auch als erwachsenes geschlechtsreifes Thier vorstellen könnten.

Eine solche Entwickelungsweise finden wir freilich nirgends im Thierreich vollständig verwirklicht, denn

2. Es ist für jede Thierart, deren Organisation den Verhältnissen angepasst ist, d. h. die mit Erfolg den Kampf ums Dasein kämpft, ein Vortheil, wenn die Organisation der erwachsenen Thiere möglichst direkt, möglichst rasch, mit Umgehung aller Umwege, und ökonomisch, d. h. ohne Ausbildung unnütz gewordener Theile erreicht wird.

3. Eine solche möglichst direkte und abgekürzte Entwickelung kann nur stattfinden, wenn das sich entwickelnde Thier von Anfang an mit Nahrung versorgt wird, auf deren Kosten es sich entwickeln kann. Dies geschieht entweder dadurch, dass dem Ei vom mütterlichen Körper auf seinen Entwickelungsweg Nahrungsdotter mitgegeben wird, oder dadurch, dass es, wie bei den lebendig gebärenden Thieren, direkt vom mütterlichen Körper aus ernährt wird. Alles, was mit einer solchen Ernährung der sich entwickelnden Thiere zusammenhängt, ist eine sekundäre Zuthat zur ursprünglichen Entwickelung. Wir können uns weder einen Vogelembryo zur Zeit der Bebrütung, noch einen Säugethierembryo mit seinen Eihüllen in der Gestalt, wie wir ihn vor uns sehen, als ein selbständig lebendes und sich ernährendes Thier denken.

4. Direkte Entwickelung kann mit allmählicher Entwickelung oder Metamorphose in der ontogenetischen Entwickelung der Thiere zusammen vorkommen. Von sämmtlichen ursprünglich selbständigen Entwickelungsstadien erhält sich häufig nur eines oder wenige besonders concurrenzfähige, während alle andern in die direkte Entwickelung einbezogen werden. So entwickelt sich das Insektenei direkt auf Kosten des Nahrungsdotters zu der Raupe oder Larve. Dieses concurrenzfähige Entwickelungsstadium erwirbt sich selbständig Nahrung, wird fett und entwickelt sich dann wieder direkt (Puppenzeit) auf Kosten der aufgespeicherten Reservenahrung in das erwachsene geflügelte Insekt.

5. Die Wirkung des Kampfes um das Dasein ist bei den Entwickelungsstadien und ganz besonders bei den selbständig sich ernährenden dieselbe, wie bei den erwachsenen Thieren. Es ist dementsprechend zu erwarten, dass die verschiedenen Lebensweisen (festsitzende, freischwimmende, parasitische etc.) bei den Entwicklungsstadien ähnliche Anpassungen und Abänderungen der Organisation bedingt haben, wie bei erwachsenen Thieren. Doch wird im allgemeinen solchen Abänderungen eine gewisse uns nicht näher bekannte Schranke gesetzt sein, dadurch, dass sie eben nur Ent-

wickelungsstadien berühren, welche die Aufgabe haben, sich zu dem erwachsenen, geschlechtsreifen Thier zu entwickeln.

6. Organe oder Organsysteme werden um so frühzeitiger angelegt, je grösser ihre Bedeutung bei dem erwachsenen Thiere ist, oder mit andern Worten: die Organanlagen werden nach der Reihenfolge ihrer Bedeutung beim erwachsenen Thier auf immer frühere Entwickelungsstadien zurückverlegt. — Für jedes Organ, für jede Einrichtung gilt ferner selbstverständlich dasselbe, was für das ganze Thier gilt; seine Entwickelung wird immer direkter, immer kürzer werden; es wird dasselbe immer mehr so angelegt werden, dass es möglichst rasch die bei dem erwachsenen Thier bestehende Form und Anordnung erlangen kann. Mit dieser Zurückverlegung der Anlagen auf immer frühere Entwickelungsstadien geht eine immer grösser werdende Localisation derselben nothwendig Hand in Hand.

Wir ersehen aus dem Gesagten, dass die Verwerthung ontogenetischer Thatsachen für phylogenetische Untersuchungen vielleicht noch schwieriger ist als die Verwerthung sogenannter anatomischer Thatsachen. Nur dann können wir zu phylogenetischen Schlussfolgerungen von einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit gelangen, wenn vergleichende Anatomie und vergleichende Ontogenie in einander aufgehen; wenn die vergleichende Anatomie auch die sich entwickelnden Organe berücksichtigt und wenn die vergleichende Ontogenie die Endstadien der Entwickelung nicht ausser Acht lässt.

Furchung und Gastrulation. Wenn wir nun untersuchen, in welcher Weise sich bei den Metazoen der zweiblättrige Keim, die Gastrula, aus dem befruchteten Ei entwickelt, so finden wir scheinbar recht verschiedene Entwickelungsweisen. Zahlreiche genaue Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Verschiedenartigkeit fast ausschliesslich bedingt wird durch die Menge und die Vertheilung des Nahrungsdotters im Ei. Tragen wir dem Einfluss des Nahrungsdotters die gebührende Rechnung, so überzeugen wir uns, dass den verschiedenartigen Erscheinungen im ganzen in der That ein einheitlicher Vorgang zu Grunde liegt. Wir müssen uns vor allem beständig vor Augen halten, 1. dass der Nahrungsdotter oder das Deutoplasma ein träges, unbelebtes, in der Eizelle abgelagertes Nahrungsmaterial ist, und 2. dass der Bildungsdotter oder das Protoplasma mit dem in ihm eingeschlossenen Kern der einzige belebte, aktive Theil der Eizelle ist.

Die Verschiedenheiten in der Menge und Vertheilung des Deutoplasma im Ei haben wir schon früher besprochen. Wir wollen nun die ersten Theilungs- oder Furchungserscheinungen beschreiben, welche an den verschiedenartigen Eiern nach der Befruchtung auftreten. Folgendes sind die Ei-Typen, deren Furchung wir darstellen wollen:

Holoblastisches alecithales Ei. Holoblastische telolecithale Eier mit verschiedener Menge von Nahrungsdotter: Eupomatus (Annelid), Discocelis (Polyclade), Bonellia (Echiuride), Ctenophoren. Holoblastische centrolecithale Eier: Geryonia (craspedote Meduse). Meroblastische telolecithale Eier: Haifische. Meroblastische centrolecithale Eier: Insekten.

Die ersten Theilungen erfolgen in Richtungen, welche bei den Eiern der meisten Thiere identisch zu sein scheinen. Die erste Theilungsebene, welche nach vorausgegangener Kerntheilung die beiden Tochterzellen des Eies, die beiden ersten Furchungskugeln oder Blastomeren trennt, verläuft in der Richtung der Hauptachse des Eies vom animalen bis zum vegetativen Pol. Als animalen Pol bezeichneten wir die

Stelle der Eioberfläche, an welcher das Spermatozoon eindrang und in dessen Nähe bei den telolecithalen Eiern die Hauptmasse des Bildungsdotters liegt. Die diametral gegenüberliegende Stelle bezeichneten wir als vegetativen Pol. Die erste Theilungsebene ist also mit Beziehung auf die beiden Pole meridional.

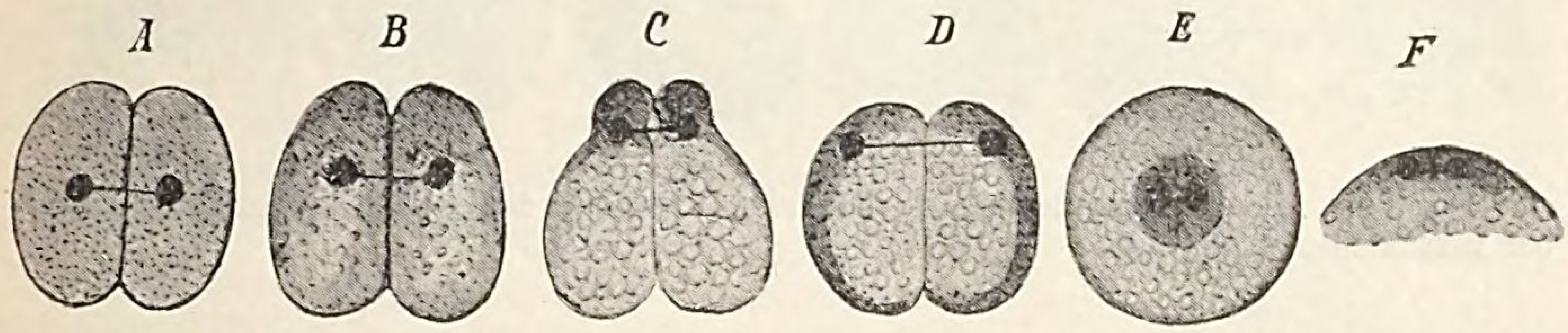


Fig. 89. **2-Blastomeren-Stadium verschiedener Eier.** Dieselben sind hier und in allen folgenden Figuren so orientirt, dass der animale Pol nach oben, der vegetative nach unten gerichtet ist. Der Kern ist schwarz gehalten, der Bildungsdotter dunkel, der Nahrungsdotter hell und körnig. *F* stellt nur ein Stück des Eies vom animalen Pole dar.

Das holoblastische alecithale Ei zerfällt bei der ersten Theilung in zwei gleiche Blastomeren, von denen jede den Kern im Centrum besitzt (Fig. 89 A).

Das holoblastische telolecithale Ei zerfällt gewöhnlich in zwei Blastomeren, von denen ein jedes den Bau des ungetheilten Eies wiederholt. Jedes Blastomer ist polar differenzirt, am animalen Pole liegt die grösste Menge von Bildungsdotter mit dem Kern, am vegetativen die grösste Menge von Nahrungsdotter (Fig. 89 B, C).

Das holoblastische centrolecithale Ei (Geryonia) zerfällt in zwei Blastomeren, von denen jedes den Bau eines telolecithalen Eies wiederholt, indem der Bildungsdotter nur an der freien Oberfläche des Blastomers, nicht aber an der der Theilungsebene zugewandten Seite vorkommt. Der Kern jedes Blastomers liegt oberflächlich im Bildungsdotter (Fig. 89 D).

Beim meroblastischen telolecithalen Ei ist der träge, todte Nahrungsdotter im Vergleich zum lebenden activen Bildungsdotter so stark entwickelt, dass der sich theilende Bildungsdotter nicht im Stande ist, auch die Theilung des gesammten Nahrungsdotters herbeizuführen. Es theilt sich also nur der erstere, während der letztere ungetheilt bleibt.

Wir haben also eine grosse Nahrungsdotterkugel mit zwei durch eine meridionale Furche getrennten Hügeln von Bildungsdotter am animalen Pole, von denen ein jeder seinen Kern birgt (Fig. 89 F).

Beim meroblastischen centrolecithalen oder besser mesolecithalen Ei vermag sich unter der Herrschaft des Kernes ebenfalls nur der centrale Bildungsdotter zu theilen, während der übrige Theil des Eies zunächst ungetheilt bleibt (Fig. 89 E).

Die zweite Theilungsebene ist ebenfalls meridional und steht senkrecht auf der ersten. Sie trennt jede der beiden ersten Blastomeren genau in derselben Weise in je 2 Hälften, wie die erste Theilungsebene das ganze Ei.

Die dritte Theilungsebene scheint ziemlich allgemein aequatorial zu sein. Sie ist äusserlich am Ei als aequatoriale Furche sichtbar; sie steht senkrecht auf den beiden ersten Theilungsebenen und auf der Hauptachse des Eies und theilt die ersten 4 Blastomeren in 8, von

denen 4 animale den animalen, 4 vegetative den vegetativen Theil des Keimes bilden.

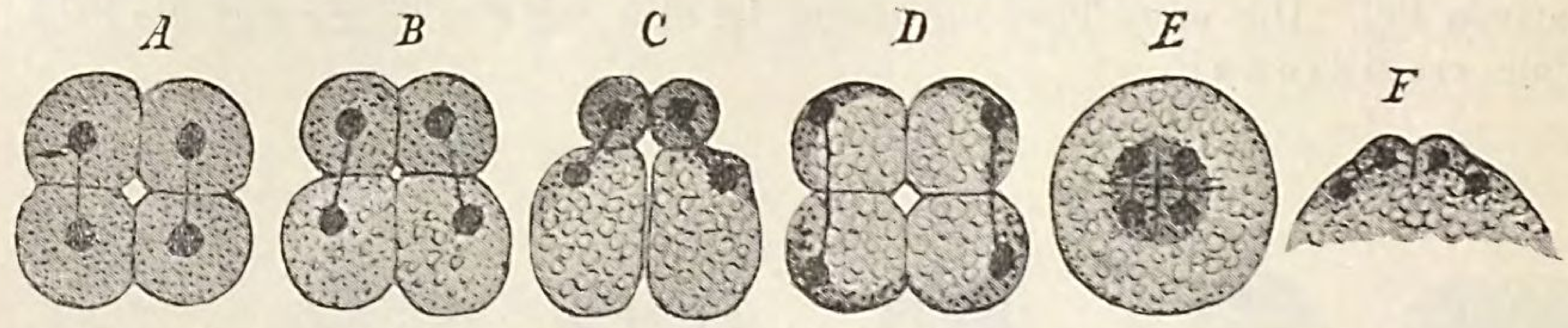


Fig. 90. *A—F* **Diagramme zur Veranschaulichung des 8-Blastomeren-Stadiums bei verschiedenen Eitypen.**

Beim holoblastischen alecithalen Keim sind alle 8 Blastomeren gleich gross und die 3. Theilungsebene zeigt sich äusserlich als rein aequatoriale Ringfurche (Fig. 90 A).

Bei den holoblastischen telolecithalen Keimen theilt sich jedes der 4 Blastomeren in ein kleineres animales Blastomer, das fast ausschliesslich aus Bildungsdotter besteht, und ein grösseres, vegetatives Blastomer, das den Nahrungsdotter und ein Quantum Bildungsdotter enthält. Der grösste Theil des letzteren liegt gegen den animalen Pol des Blastomers zu und enthält den Kern. Jedes vegetative Blastomer des aus 8 Blastomeren bestehenden Keimes wiederholt also den Bau eines Blastomers des aus 4 Blastomeren bestehenden Keimes. Die vegetativen Blastomeren sind im Vergleich zu den animalen um so grösser, je beträchtlicher die Menge des Nahrungsdotters im Keime ist. Die kleineren Blastomeren bezeichnet man als Micromeren, die grösseren als Macromeren. Die Theilung der 4 Blastomeren in 4 Micromeren und 4 Macromeren stellt sich als eine Knospung der ersten an den letztern dar (Fig. 90 B, C).

Beim holoblastischen centrolecithalen Geryonidenkeim sind nach Auftreten der dritten hier rein aequatorialen Theilungsebene alle 8 Blastomeren gleich gross. Jedes Blastomer besitzt eine peripherische Schicht von Bildungsdotter mit darin eingebettetem Kern und eine gegen das Centrum des kugeligen Keims gerichtete Masse von Nahrungsdotter (Fig. 90 D).

Der Keim der Ctenophoren weicht von dem gewöhnlichen Verhalten der telolecithalen holoblastischen Keime ab, indem die 3. Theilungsebene nicht aequatorial ist. Die 4 Blastomeren theilen sich, eine jede durch eine schief meridionale Theilungsebene, in 8 annähernd gleich grosse Blastomeren, von denen 4 dem animalen Pole etwas näher liegen als die 4 andern. Die 8 Blastomeren sind kranzförmig um eine in der Hauptachse des Kernes liegende, centrale Lücke gruppirt. Jedes Blastomer zeigt den Bau des ursprünglichen Ctenophoreneies, indem der Bildungsdotter hauptsächlich am animalen Pole des Blastomers liegt, der ansehnlichere Nahrungsdotter den grösseren vegetativen Theil des Blastomers bildet.

Beim meroblastischen telolecithalen Keim erfolgt die aequatoriale Theilung entsprechend der starken Ausbildung des Nahrungsdotters ganz in der Nähe des animalen Poles. Aeusserlich wird diese Theilung sichtbar durch eine ringförmige Furche (Polarkreis), welche die 4 Bildungsdotterhügel in 4 centrale Hügelchen mit Kern und 4 peripherische Hügel mit Kern trennt. Die 4 centralen und die 4 peripheren Hügel sind

in der Tiefe weder von einander, noch von dem darunter liegenden Nahrungsdotter vollständig getrennt (Fig. 90 F).

Beim meroblastischen mesolecithalen Keim sind die 8 centralen, je mit einem Kern versehenen Häufchen von Bildungsdotter nicht von der umgebenden grossen Dottermasse getrennt (Fig. 90 E).

Für die weitern Theilungen lässt sich nicht mehr eine allgemeine Norm aufstellen. Es folgen vielfache meridionale, aequatoriale, schiefe Theilungen. Die Feststellung der Vorgänge im Einzelnen wird immer schwieriger, indem Theilungen an verschiedenen Stellen des Keimes gleichzeitig auftreten und die Zahl der Blastomeren beträchtlich wächst. Wir wollen vom Acht-Blastomerenstadium aus die Entwickelung eines jeden Keimtypus für sich weiter verfolgen.

Fig. 91.

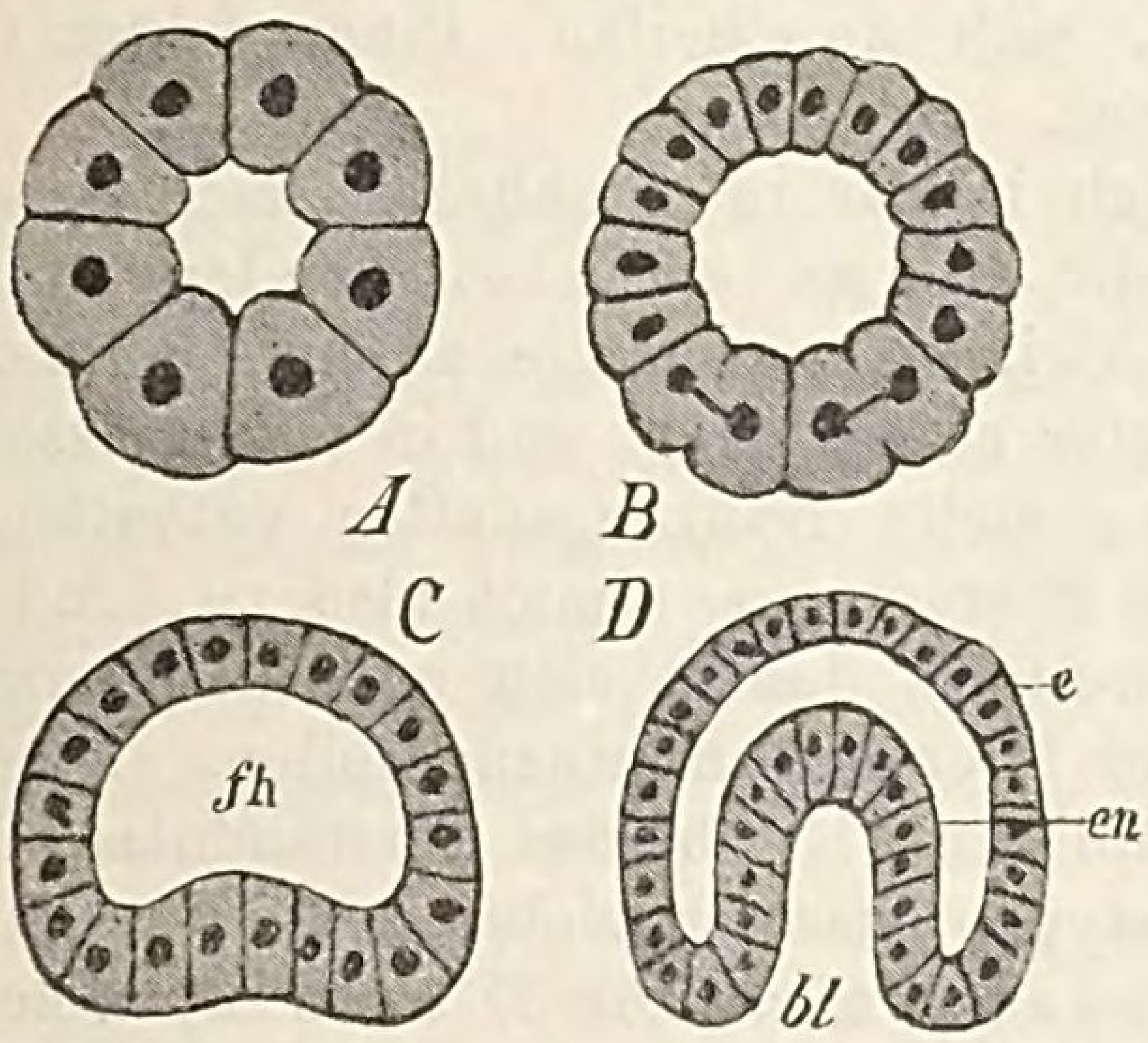


Fig. 92.

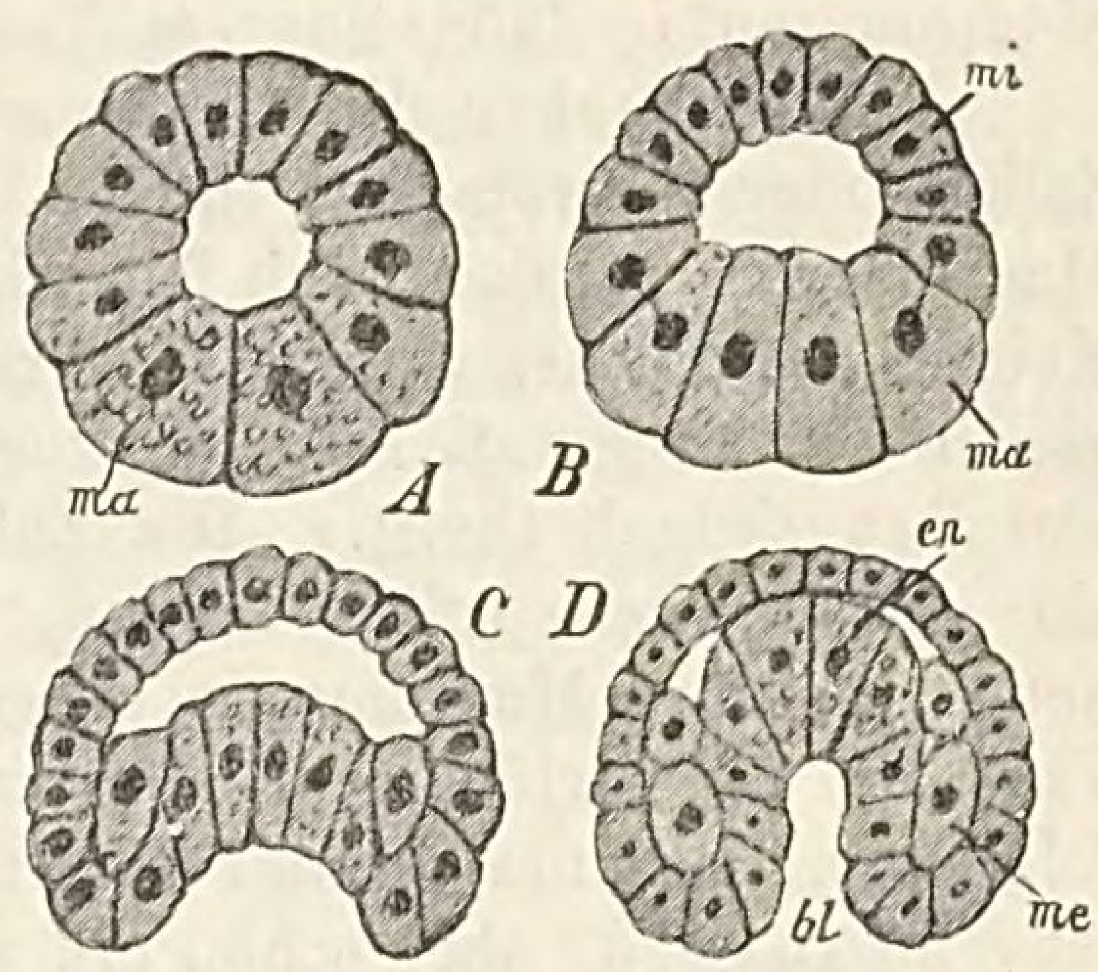


Fig. 91. **Furchung und Gastrulation eines holoblastischen alecithalen Keimes.** ***B*** Blastula; ***D*** Gastrula. *fh* Furchungshöhle, *e* Ectoderm, *en* Entoderm, *bl* Blastoporus.

Fig 92. **Furchung und Gastrulation eines telolecithalen Eies mit wenig Nahrungsdotter (von Eupomatus).** *mi* Micromeren, *ma* Macromeren, *en* Entoderm, *me* Mesoderm, *bl* Blastoporus.

1. Beim holoblastischen alecithalen Keim (Fig. 91) gehen aus den 8 Blastomeren durch successive meridionale und aequatoriale Theilungen 16, 32 etc. unter sich ziemlich gleich grosse Blastomeren hervor, welche zusammen die einschichtige Wand einer Kugel bilden, die im Innern durch das Auftreten einer Höhle (Furchungshöhle, Blastocoel) hohl geworden ist (totale aequale Furchung). Auf diesem Stadium heisst der Keim Blastula und zwar Coeloblastula, weil er hohl ist. Unter fortwährenden Theilungen der Blastomeren flacht sich sodann die Blastula am vegetativen Pole ab (C), die abgeflachte Stelle senkt sich in die Furchungshöhle ein, immer mehr, so dass der eingestülpte, aus vegetativen Blastomeren bestehende Theil unter gänzlicher oder theilweiser Reduction der Furchungshöhle sich von innen dem nicht eingestülpten Theil nähert. Wir haben jetzt einen Keim vor uns, der aus 2 Schichten von Blastomeren besteht, die ganz epithelartig geworden sind. Die äussere Schicht ist das Ectoderm, die innere das Entoderm. Am Rande der Einstülpungsöffnung oder des Blastoporus gehen beide Schichten in einander über. Die Entodermblastomeren oder -Zellen bilden zusammen einen hohlen Sack, den Urdarm, dessen Höhlung durch den Blastosporus nach aussen mündet. Auf diesem Stadium heisst der Keim Gastrula, und

zwar in unserm Falle Coelogastrula, weil der Blastoporus in eine offene Darmhöhle führt. Den Process, durch welchen hier aus der Blastula eine Gastrula wird, bezeichnen wir als Invagination oder Einstülpung.

2. Bei den holoblastischen, telolecithalen Keimen sind die Erscheinungen der Blastula- und Gastrulabildung wenigstens scheinbar verschieden, je nachdem viel oder wenig Nahrungsdotter entwickelt ist. Betrachten wir nun zunächst einen Keim mit wenig Nahrungsdotter, wie er z. B. bei Polychaeten vorkommt (Fig. 92). Er besteht aus 4 animalen Micromeren und 4 vegetativen Macromeren. Der Unterschied in ihrer Grösse ist entsprechend der geringen Masse von Nahrungsdotter nicht sehr beträchtlich, d. h. die dritte Theilungsebene liegt noch in der Nähe des wirklichen Aequators. Zunächst theilen sich nun die 4 Micromeren, dann die 4 Macromeren. Wir haben also jetzt 8 Micromeren und 8 Macromeren. Die Micromeren fahren fort, sich zu theilen, ihnen folgen die Macromeren in langsamerem Tempo nach.

Während aber die Micromeren sich immer in 2 nahezu gleich grosse Zellen oder Blastomeren theilen, sind die aequatorialen Theilungen der Macromeren so, dass sich jedes in eine kleinere, gegen die animale Seite des Keimes gerichtete, weniger Nahrungsdotter enthaltende, und in eine grössere, gegen den vegetativen Pol gerichtete, mehr Nahrungsdotter enthaltende Furchungskugel theilt. Die Zahl der Micromeren nimmt also zu, indem sie sich erstens selbst theilen, und zweitens, indem sich zu ihnen immer neue, von den Macromeren ausgebildete Micromeren hinzugesellen. Dieser Vorgang der fortdauernden Micromerenbildung ist für das Verständniss aller folgenden Furchungs- und Gastrulationstypen äusserst wichtig. Die Furchung ist eine totale, aber schon ein wenig inaequale. Die Blastula, welche entsteht, ist eine Coeloblastula mit einer haubenförmigen Decke von Micromeren und einem Boden, der von wenig zahlreichen, dotterhaltigen Macromeren gebildet ist. In Folge der beträchtlichen Grösse der Macromeren ist die Furchungshöhle etwas verengt. Die Gastrula bildet sich durch Einstülpung, indem zugleich dieser Vorgang so aussieht, als ob die sich einkrümmende Schicht der Macromeren von allen Seiten von den Micromeren umwachsen würde. Die Gastrula ist eine Coelogastrula, die Darmhöhle erscheint in Folge der beträchtlichen Grösse der Macromeren eingeengt.

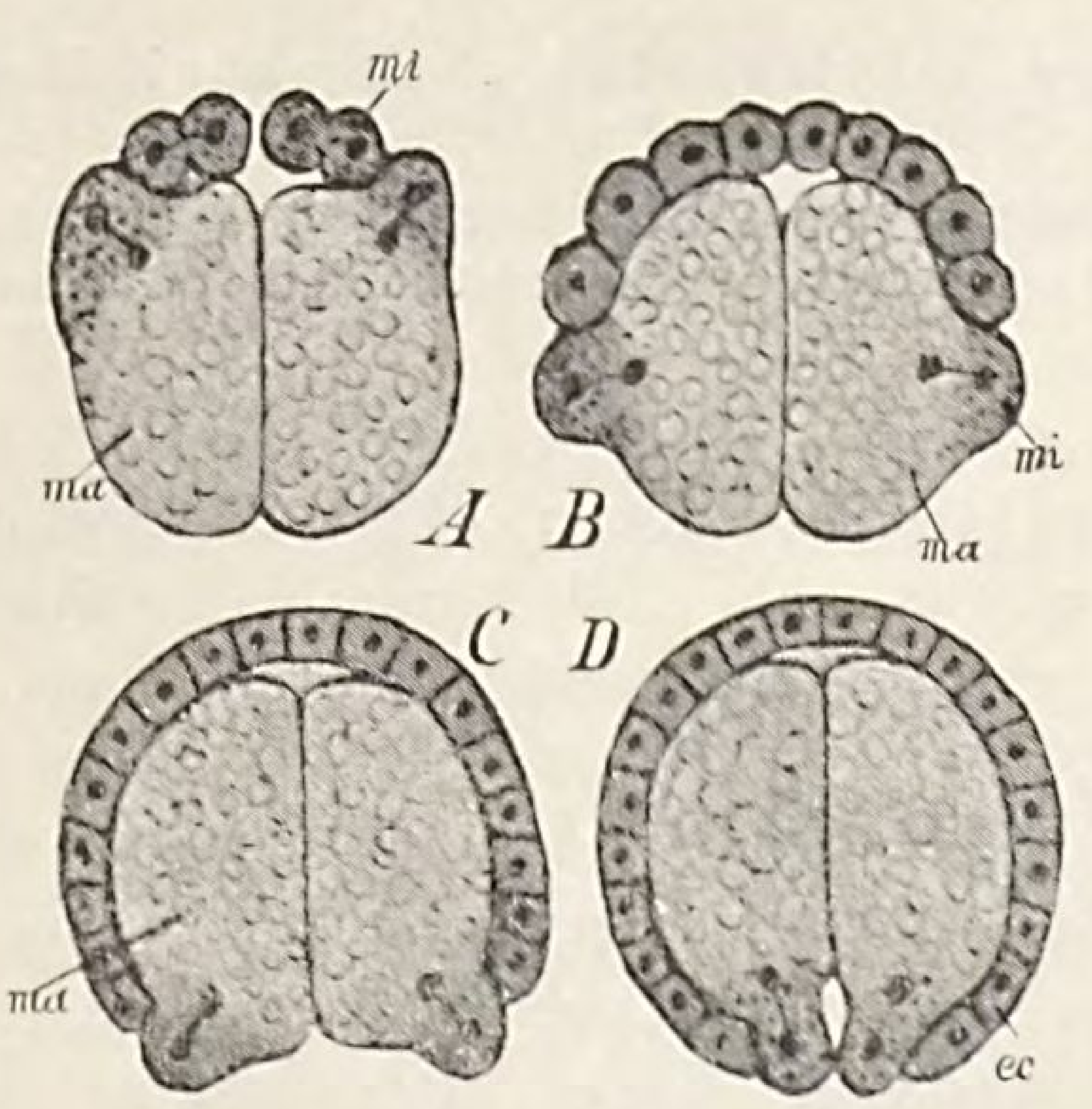


Fig. 93. **Furchung und Gastrulation des Eies von Bonellia** (nach Spengel). *mi* Micromeren, *ma* Macromeren, *ec* Ectoderm.

Eng an die eben besprochene Furchung und Keimblattbildung an schliesst sich eine andere, für die wir den sich entwickelnden Keim von Bonellia (Fig. 93) zum Muster nehmen. Der Vorgang ist im Wesentlichen derselbe, die scheinbaren Abweichungen lassen sich daraus erklären, dass die Masse des Nahrungsdotters beträchtlicher ist. Die 4 grossen mit Dotter belasteten Macromeren erscheinen in Folge ihrer Grösse als der fixe, ruhende Punkt, um den sich die Entwickelungsvorgänge abspielen.

Zunächst theilen sich wieder die 4 Micromeren. Die 4 Macromeren sind selbst telolecithale Blastomeren. Die Hauptmasse des bei der ersten Theilung oder Knospung zurückgebliebenen Bildungsdotters liegt in ihnen aber jetzt nicht mehr gegen den animalen Pol zu, sondern in einiger Entfernung davon gegen den äussern Rand der 4 Micromeren. Es erfolgt nun die Theilung oder Knospung der 4 Macromeren, von denen sich wieder 4 Micromeren abschnüren, die sich aussen an die schon gebildeten anreihen (A). Die 4 zurückbleibenden Macromeren enthalten wieder einen Rest von Bildungsdotter, der, da er immer an den Rand der Micromerenhaube zu liegen kommt, immer mehr von der animalen Seite der Macromeren gegen den vegetativen Pol an der Oberfläche des Keimes vorrückt. So geht der Vorgang weiter (B, C). Indem sich die Micromeren theilen und auch durch Bildung immer neuer Micromeren von den Macromeren aus an Zahl zunehmen, werden schliesslich die Macromeren allseitig bis auf eine kleine Lücke am vegetativen Pol umgeben. Der Vorgang wird als Epibolie bezeichnet, er erscheint als Umwachsung der als ruhende Theile imponirenden Macromeren durch die Micromeren. Aus der vorstehenden Darstellung geht hervor, dass er im Grunde mit dem Vorgange der Invagination identisch ist. Die Gastrula, welche gebildet wird, ist eine solide Sterrogastrula, deren Darmhöhle durch die beträchtliche Grösse der mit Dotter beladenen Macromeren ganz verdrängt ist. Die auf diesem Stadium vorhandenen Micromeren bilden das Ectoderm; die Macromeren stellen die Anlage des Entoderms und eines Theiles des Mesoderms dar. Das Blastulastadium ist bei dieser Entwickelungsweise unkenntlich.

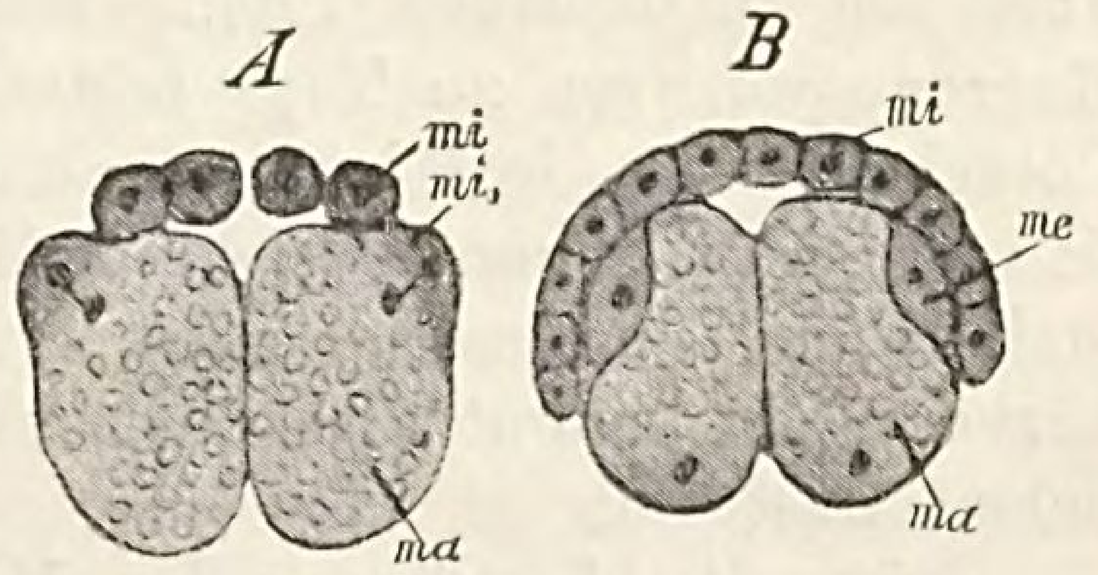


Fig. 94. **Furchung eines Polycladeneies (von Discocelis).** *mi* Erste Generation von Micromeren (Ectodermbildungszellen), mi_1 zweite Generation von Micromeren (Mesodermmicromeren), *ma* Macromeren.

Von dem durch Bonellia repräsentirten Furchungstypus gehen wir zu einem andern nächst verwandten über, der bei den Polycladen vorkommt (Fig. 94). Die Bildung der Micromeren und die Umwachsung der Macromeren durch dieselben ist genau wie bei Bonellia. Nur liefern hier die zuerst abgeschnürten 4 Micromeren durch Theilung das ganze Ectoderm. Die in zweiter (und in dritter) Linie sich von den Macromeren abschnürenden Micromeren liefern einen grossen Theil des Mesoderms (Musculatur, Geschlechtsorgane, Bindegewebe) und werden von den Ectoderm-Micromeren umwachsen. Alle später sich abschnürenden Micromeren gehören zum Entoderm. Wir haben hier einen typischen Fall vor uns der Zurückverlegung der Anlagen auf sehr frühe Entwickelungsstadien. Eine typische Gastrula wird bei den Polycladen nicht ausgebildet, da die Scheidung von Ectoderm und Entoderm schon auf dem Acht-Blastomerenstadium erfolgt ist. Wir werden später hierauf zurückkommen.

Einen interessanten Furchungs- und Gastrulationsvorgang, der sich als ein Zwischenglied zwischen der Gastrulation durch Epibolie der telolecithalen holoblastischen Eier und der nachher zu besprechenden Gastrulation durch Delamination bei centrolecithalen Eiern auffassen lässt, zeigen die Ctenophoren.

Das Acht-Blastomerenstadium dieser Thiere haben wir oben geschildert. Alle 8 Blastomeren sind telolecithal mit dem Bildungsdotter nach dem animalen Pole gerichtet. Was nun bei den bisher besprochenen telolecithalen holoblastischen Eiern schon auf dem Vier-Blastomerenstadium eintritt, nämlich die Abschnürung der 4 Micromeren von den 4 Macromeren, vollzieht sich hier erst ein Stadium später, auf dem Acht-Blastomerenstadium. Die 8 Blastomeren schnüren in der That 8 Micromeren gegen den aboralen Pol zu ab (A). Die weitere Furchung ist ganz ähnlich wie bei Bonellia. Die Micromeren nehmen an Zahl zu: 1. durch Theilung; 2. dadurch dass gegen den vegetativen Pol zu fortschreitend neue Micromeren durch Abschnüren von den Macromeren gebildet werden (B, C). Nachdem so die Micromeren die Macromeren bis auf ein grosses

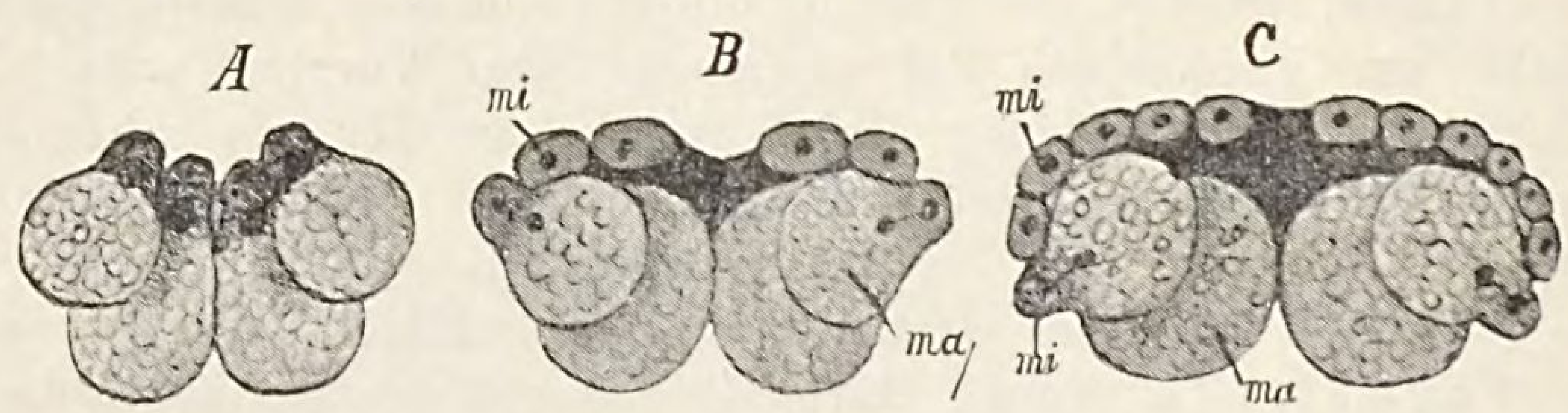


Fig. 95. *A—C* **Drei Furchungsstadien eines Ctenophoreneies.** *mi* Micromeren, *ma* Macromeren.

Feld am vegetativen Theile des Keimes umwachsen haben, an dem die Macromeren frei zu Tage treten, hört zwar hier — ähnlich wie bei den Polycladen — die Micromerenbildung nicht auf. Doch liefern ausschliesslich die jetzt schon gebildeten Micromeren das Ectoderm, aus den zurückbleibenden Macromeren geht ein Theil des Mesoderms und das Entoderm hervor. Es kommt also auch hier nicht zur Ausbildung einer sehr kenntlichen Gastrula.

Für alle Vorgänge der Micromerenbildung ist Folgendes hervorzuheben. Nachdem ein Macromer ein Micromer abgeschnürt hat, oder, was dasselbe ist, nachdem sich ein Blastomer in ein kleines Micromer mit wenig oder keinem Nahrungsdotter und in ein grosses Macromer mit viel Nahrungsdotter getheilt, wächst offenbar der im Macromer zurückbleibende Theil des Bildungsdotters oder Protoplasma durch Assimilation von Nahrungsdotter, bevor das Macromer wieder eine Knospe, d. h. ein Micromer abgeben kann.

3. Furchung und Gastrulation der holoblastischen, centrolecithalen Keime. Wir erwähnen als Beispiel den am sorgfältigsten untersuchten und verständlichsten Geryonidenkeim (Fig. 96). Das Acht-Blastomerenstadium haben wir schon kennen gelernt. Jedes Blastomer ist telolecithal mit gegen den Mittelpunkt des ganzen Keims zugekehrtem Deutoplasma — und nach der Peripherie gerichtetem Protoplasmatheil. Die 8 Blastomeren theilen sich in 16 und dann in 32 gleich grosse Blastomeren, welche alle telolecithal bleiben, in der Weise, wie beim Acht-Blastomerenstadium. Die 32 Blastomeren des kugligen Keimes bilden eine einschichtige Lage um eine ansehnliche centrale Höhle. So kommt ein blastulaähnliches Stadinm zu Stande, doch hat der Keim in Wirklichkeit eine andere Bedeutung, indem die centrale Höhle nicht der Furchungshöhle des alecithalen Keimes entspricht, sondern, wie wir sehen werden, der Darmhöhle.

Sind 32 Blastomeren gebildet, so erfolgt die Micromerenbildung. Von jedem Blastomer schnürt sich nach aussen ein Micromer ab, so dass nunmehr der Keim eine doppelschichtige kuglige Blase darstellt, deren äussere Schicht von den Micromeren, deren innere Schicht von den Macromeren gebildet wird. Die Micromeren nehmen an Zahl zu: 1. indem sie sich selbst theilen; 2. indem sich von den Macromeren noch einmal Micromeren nach aussen abschnüren. Die Micromeren bilden das Ectoderm, die

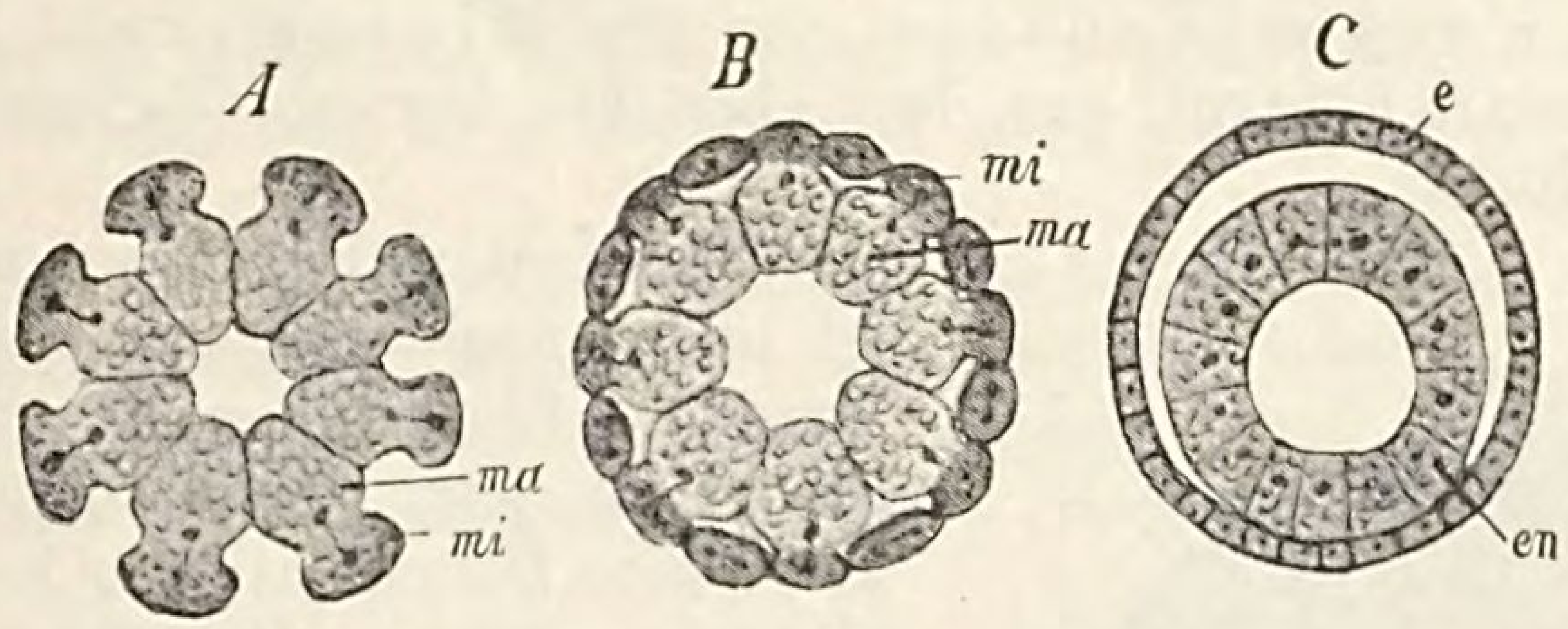


Fig. 96. **Furchung und Gastrulation des Geryonideneies.** *mi* Micromeren, *ma* Macromeren, *e* Ectoderm, *en* Entoderm.

Macromeren das Entoderm, welches eine allseitig geschlossene Höhle, die Darmhöhle umschliesst. Der Keim entspricht also einer Coelogastrula ohne Blastoporus. Wir bezeichnen ihn als Coeloplanula. Die Bildung der beiden Keimblätter in der oben beschriebenen Weise wird als Delamination bezeichnet. Aus unserer Darstellung erhellt, dass sie nicht scharf von der Epibolie zu trennen ist. Beide Vorgänge beruhen auf der Micromerenbildung. Bei Bonellia und Polycladen erfolgt die erste Micromerenbildung oder Delamination auf dem Vier-Blastomerenstadium; bei den Ctenophoren auf dem Acht-Blastomerenstadium, bei Geryonia auf dem Zweiunddreissig-Blastomerenstadium.

4. Den meroblastischen mesolecithalen Keim haben wir verlassen auf dem Stadium, auf dem im Centrum der Bildungsdotter oder das Protoplasma in 8 Häufchen je mit einem Kern getheilt war, während der Nahrungsdotter ungetheilt blieb. Wenn wir dieses Stadium mit dem Acht-Blastomeren-Stadium des Geryonidenkeimes vergleichen, so sehen wir, dass diese acht Häufchen von Bildungsdotter den 8 Protoplasmatheilen der Blastomeren des Geryonidenkeimes entsprechen, nur dass bei den erstern, in Folge der von Anfang an bestehenden verschiedenen Anordnung des Nahrungsdotters, die Protoplasmahäufchen central, bei dem letztern peripher liegen. Beim meroblastischen Keime ist der Nahrungsdotter ungetheilt, der Bildungsdotter vermag bei der Theilung nicht das ganze grosse Nahrungsdottermaterial zur Sonderung zu bringen; beim holoblastischen Ei beherrscht der Bildungsdotter auch den ganzen, weniger mächtig entwickelten Nahrungsdotter.

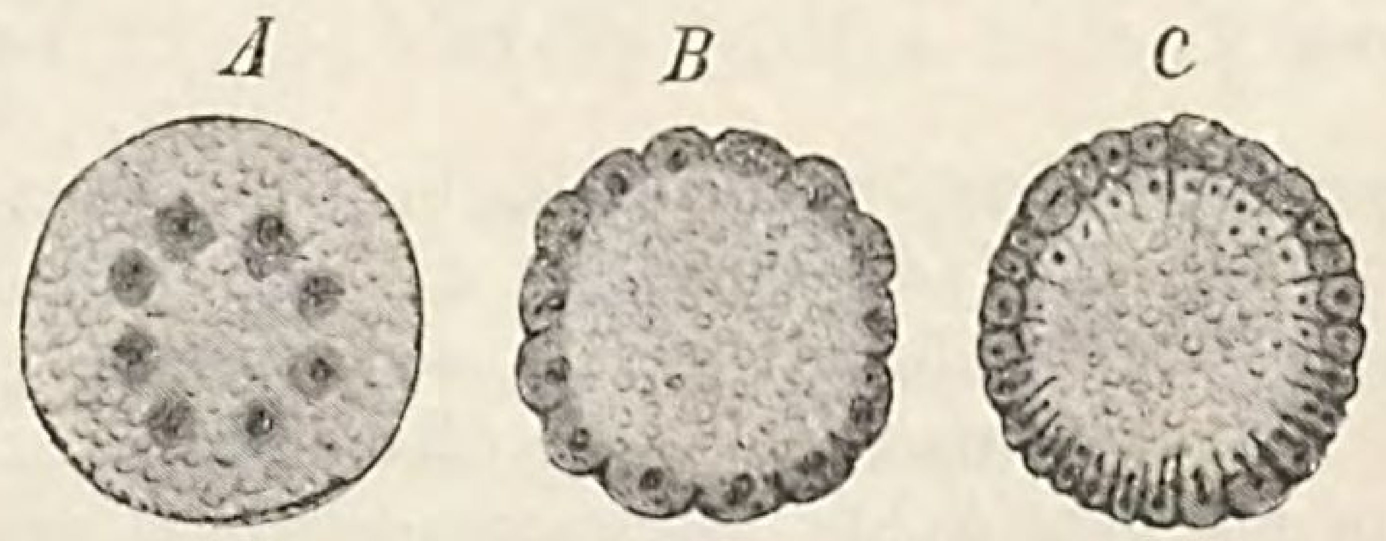


Fig. 97. **Furchung und Blastodermbildung eines Insekteneies.**

Die 8 centralen kernhaltigen Plasmahäufchen des meroblastischen mesolecithalen Keimes (Fig. 97) wollen wir als Merocyten bezeichnen. Sie sind häufig verästelt und amöboid beweglich. Ihre Fortsätze dringen in die

umgebende Dottermasse ein und stehen wohl auch mit der an der Oberfläche des Keimes befindlichen dünnen Schicht von Protoplasma in Verbindung. Sie ernähren sich auf Kosten des Deutoplasma.

Die 8 Merocyten theilen sich in 16, 32 u. s. w. und wandern zu gleicher Zeit centrifugal durch den Dotter hindurch an die Oberfläche des Keimes, wo sie eine einfache continuirliche Lage bilden. Diese Schicht von Merocyten ist es, welche man als Blastoderm bezeichnet. Der Keim ist jetzt zu einem centrolecithalen geworden und stimmt in seinem Bau mit dem Geryonidenkeim vor der Micromerenbildung oder Delamination überein, nur dass eben der centrale Nahrungsdotter hier noch ungetheilt ist.

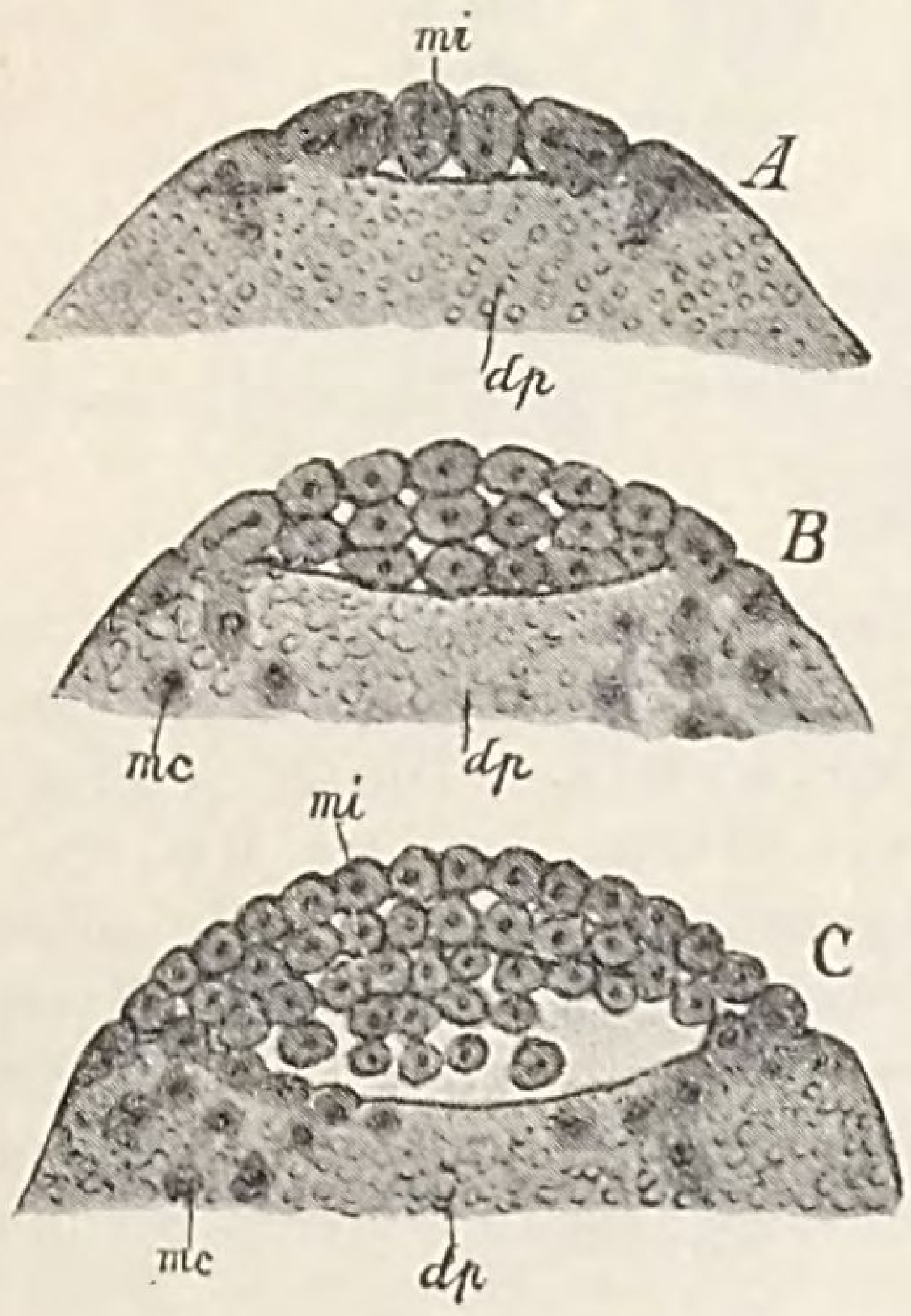


Fig. 98. **Furchung eines meroblastischen, telolecithalen Eies** (von **einem Haifisch**) nach RÜCKERT. *mi* Micromeren, *dp* Deutoplasma, *mc* Merocyten.

Die weitere Entwickelung des Keimes ist leider noch nicht ganz genau verfolgt worden. Einige Angaben deuten darauf hin, dass jetzt, wie beim Geryonidenkeim, eine Delamination oder Micromerenbildung erfolgt. Die Merocyten an der Oberfläche theilen sich so, dass der äussere Theil als allseitig gesondertes kernhaltiges Micromer abgetrennt wird; während der innere Theil als kernhaltige Merocyte im Nahrungsdotter zurückbleibt. Jetzt sind die beiden Keimblätter gebildet; die äussere Micromerenschicht stellt das Ectoderm dar, die centrale Nahrungsdottermasse mit den dazu gehörigen Merocyten wahrscheinlich das Entoderm.

Indem sich die Merocyten vermehren und sich auf Kosten des Nahrungsdotters ernähren, vermögen sie ihn schliesslich zu bewältigen und ihrem Körper einzuverleiben, d. h. ihn zu theilen.

Die Gastrula tritt uns hier als eine solide Sterro-Planula entgegen.

Viele Beobachtungen deuten darauf hin, dass in manchen Fällen bei der partiellen Furchung, d. h. bei der Vermehrung der centralen Merocyten, nur ein Theil derselben an die Oberfläche rückt, um hier das Blastoderm zu bilden; während andere von Anfang an im Dotter zurückbleiben.

5. Der meroblastische telolecithale Keim (Fig. 98). Wir haben ihn auf dem Acht-Blastomeren-Stadium mit ungetheilter Nahrungsdottermasse verlassen. Wir können die Protoplasmahügel auch hier als Merocyten bezeichnen. Sie stehen zu den protoplasmatischen Ansammlungen am animalen Pole der Blastomeren der holoblastischen, telolecithalen Eier in genau demselben Verhältniss, wie die Merocyten der mesolecithalen meroblastischen Keime zu den Protoplasmaportionen der Blastomeren des Geryonidenkeimes.

Die 8 primären Merocyten theilen sich, und zwar so: Die 4 centralen theilen sich in 4 secundäre centrale, am animalen Pol zusammenstossende und in 4 secundäre, peripherische. Die erstern sind nun als Micromeren vollständig von einander und vom Nahrungsdotter abgegrenzt. Die letztern bleiben als Merocyten mit dem Dotter in Verbindung. Die primären peripheren Merocyten theilen sich ebenfalls, ihre Abkömmlinge bleiben aber als Merocyten mit dem Dotter in Verbindung. Ein Theil derselben senkt

sich sogar als verästelte und wahrscheinlich amöboide Merocyten in den Nahrungsdotter ein.

Den Bezirk am animalen Pole des Keimes (Eies), an dem die Micromeren und ein Theil der Merocyten frei zu Tage treten, bezeichnet man als Keimscheibe.

Die weitere Furchung verläuft nun so, dass

1. die schon gebildeten Micromeren sich selbständig weiter theilen,

2. gegen den Rand der Keimscheibe sich von den Merocyten immer neue Micromeren abschnüren, die sich den schon bestehenden zugesellen, so dass der Umfang des Micromerenhofes oder der Keimscheibe sich vergrössert;

3. sowohl die am Rande der Keimscheibe als die in der Tiefe des Nahrungsdotters liegenden Merocyten sich beständig theilen, so dass nicht nur die Keimscheibe am Rande wächst, sondern auch der Nahrungsdotter sich immer mehr mit Merocyten bevölkert, die immer tiefer in denselben eindringen.

Schliesslich zeigt der Keim folgenden Bau: am animalen Pol in der Mitte der Keimscheibe liegt ein flacher, mehrschichtiger Haufen von Micromeren; die erste Anlage des Ectoderms. Am Rande der Keimscheibe liegen Merocyten und in der Tiefe des Dotters ebenfalls. Die meisten dieser Merocyten bilden das Material, aus denen sich durch Micromerenbildung in später zu besprechender Weise ein grosser Theil des Mesoderms und das Entoderm aufbaut. Durch Abschnürung von Micromeren aus Merocyten am Rande der Keimscheibe und durch Theilung der schon gebildeten Ectodermzellen vergrössert sich indessen die Ectodermhaube noch immer mehr, so dass sie als Blastoderm immer weiter um den Keim herumwächst.

Wir sehen, dass in der Entwickelung der meroblastischen telolecithalen Eier durch die ungeheure Ausbildung des Nahrungsdotters die Gastrulaform ausserordentlich undeutlich wird. Die Micromerenhaube stellt das Ectoderm dar; der Dotter mit den Merocyten das Entoderm und einen Teil des Mesoderms. Will man nach einem Blastoporus suchen, so kann ihm nur der von der Ectodermhaube unbedeckte Theil des Keimes entsprechen, an dem der Nahrungsdotter frei zu Tage tritt. Die Ränder des Blastoporus fallen mit den Rändern der Ectodermhaube zusammen. Die Gastrulabildung geschieht auch hier durch Epibolie; die Gastrula ist eine solide Discogastrula.

Bei der vorstehenden Darstellung sind nur die wichtigsten Typen der Furchung und Anlage der beiden primitiven Keimblätter herausgegriffen. Die Vorgänge sind in Wirklichkeit im Thierreich äusserst mannigfaltig; doch dürften sich die meisten ziemlich zwanglos in unsere Reihe von Schematen einfügen lassen. Die grosse Mehrzahl der Beobachtungen sind noch ungenügend, weil zum Theil, wie z. B. bei den meroblastischen Eiern, die Untersuchung sehr erschwert ist. Es kommt darauf an, die Vertheilung des Bildungsdotters im Ei ganz genau festzustellen und die Entstehung und Theilung der Blastomeren ganz im Einzelnen zu verfolgen.

Die Art der Gastrulation bietet durchaus kein Mittel zur Erkenntniss der Verwandtschaftsbeziehungen der Thiere, da sie durch die Menge und Vertheilung des Nahrungsdotters bedingt wird und diese bei nahe verwandten Thieren ganz verschieden und bei weit von einander abstehenden Formen ganz ähnlich sein kann.

Man hat viel darüber discutirt, welche Art der Furchung und Gastrulation die ursprünglichste sei. Die Mehrzahl der Forscher halten — nicht ohne Grund — die totale aequale Furchung, die Bildung einer Coelo-Bla-

stula und die darauf folgende Bildung einer Coelo-Gastrula durch Invagination für die ursprünglichere. Dafür spricht hauptsächlich Folgendes: 1. das Fehlen eines Nahrungsdotters, welcher bei entsprechenden Stammformen nicht vorhanden gewesen sein kann; 2. die Aehnlichkeit der Blastula mit gewissen Protozoen-Kolonien (Magosphaera, Volvox); 3. die Aehnlichkeit der Coelo-Gastrula mit einfachsten Coelenteraten (Olynthus, Hydroiden). Gerade diese Aehnlichkeit ermöglicht es, uns diese Keimformen am leichtesten als selbständiges erwachsenes Thier vorzustellen. Die gewöhnlich an der äussern Oberfläche wimpernde, frei schwimmende Gastrula besitzt einen Mund (Blastoporus), durch den sie Nahrung in die Darmhöhle aufnehmen kann oder könnte.

Wichtig ist, dass bei den meisten höhern bilateral-symmetrischen Thieren die bilaterale Symmetrie schon sehr frühzeitig auftritt. Die Gastrula dieser Thiere ist bilateral-symmetrisch, d. h. man kann nur eine Ebene durch sie legen, welche sie in 2 spiegelbildlich gleiche Hälften zerlegt. Demzufolge kann man an der Gastrula ein oben, ein unten, ein vorn und hinten, ein rechts und links unterscheiden. Die Gastrulae der strahligen Coelenteraten hingegen sind radiär oder besser einachsig. Es existirt eine Hauptachse, um welche wie bei einem Rotationssphaeroid alle Elemente des Körpers in Kreisen angeordnet sind. Diese Hauptachse ist ungleichpolig, an einem Pole, dem vegetativen, liegt der Blastoporus, der andere, animale ist blindgeschlossen.

Die bilaterale Symmetrie ist bei manchen bilateral-symmetrischen Thieren noch auf viel jüngere Entwickelungsstadien, auf die Blastula oder auf Furchungsstadien zurückverlegt. In einzelnen Fällen ist schon das Ei bilateral-symmetrisch, und man kann an ihm schon die zukünftigen Hauptregionen des Körpers orientiren.

Bei den einachsigen Gastrulakeimen ist der Blastoporus rund und schliesst sich in einem Punkte. Bei den bilateralen Gastrulen aber ist er spaltförmig geworden und schliesst sich entweder von vorn nach hinten, oder von hinten nach vorn, in einer Linie, die in der Symmetrie- oder Medianebene des Körpers liegt.

Ontogenie der Cnidarien. Die Furchung ist überall eine totale. Die Gastrulabildung erfolgt durch Invagination, Epibolie oder Delamination. In letzterem Falle entsteht direkt eine Coeloplanula. Wo eine Coelogastrula oder eine Sterrogastrula zu Stande kommt, scheint sich dieselbe überall, mit Ausnahme der Ctenophoren, durch Schluss des Blastoporus in eine Planula umzuwandeln. Diese ist meist freischwimmend, bewimpert, mit einem Schopf längerer, meist unbeweglicher Tasthaare am ursprünglich animalen Pole, den wir jetzt als aboralen bezeichnen. Ein Hydroid entsteht aus der Blastula, indem durch Durchbruch an der Stelle des verschlossenen Blastoporus die definitive Mundöffnung des Thieres sich bildet, das sich mit dem aboralen Körperende festgesetzt hat. Im Umkreise des Mundes knospen die Tentakeln als hohle Ausstülpungen des Ecto- und Entoderms hervor.

Die direkte Entwickelung einer craspedoten Meduse aus dem befruchteten Ei ist am genauesten bei Geryonia bekannt geworden, deren Blastula wir schon kennen gelernt haben.

Zwischen Ectoderm und Entoderm tritt Gallerte auf, deren Masse immer beträchtlicher wird, so dass die Ectodermblase durch einen grossen Abstand von der in ihr eingeschlossenen Entodermblase getrennt ist. Nur an einer Stelle, dem zukünftigen oralen Pole, der wahrscheinlich mit dem vegetativen Pole des Keims übereinstimmt, bleibt die Entodermblase mit der Ectoderm-

blase in Contakt. An dieser Berührungsstelle bildet sich vermittelst Durchbruchs der definitive Mund, während zugleich in einiger Entfernung vom Munde das Velum sich als eine ringförmige Ectodermverdickung und die 6 Tentakel als Knospen anlegen, in deren Achse solide Fortsätze des Entodermsackes hineinwachsen. Die Verbindung der entodermalen Tentakelachse mit dem Gastralsack hört bald auf. Die von den Tentakeln und dem Velum umgrenzte orale Fläche der Larve senkt sich concav ein und wird zur Subumbrella. So kommt allmählich die Medusengestalt zu Stande. Wie sich die Radiärgefässe bei Geryonia anlegen ist nicht beobachtet worden.

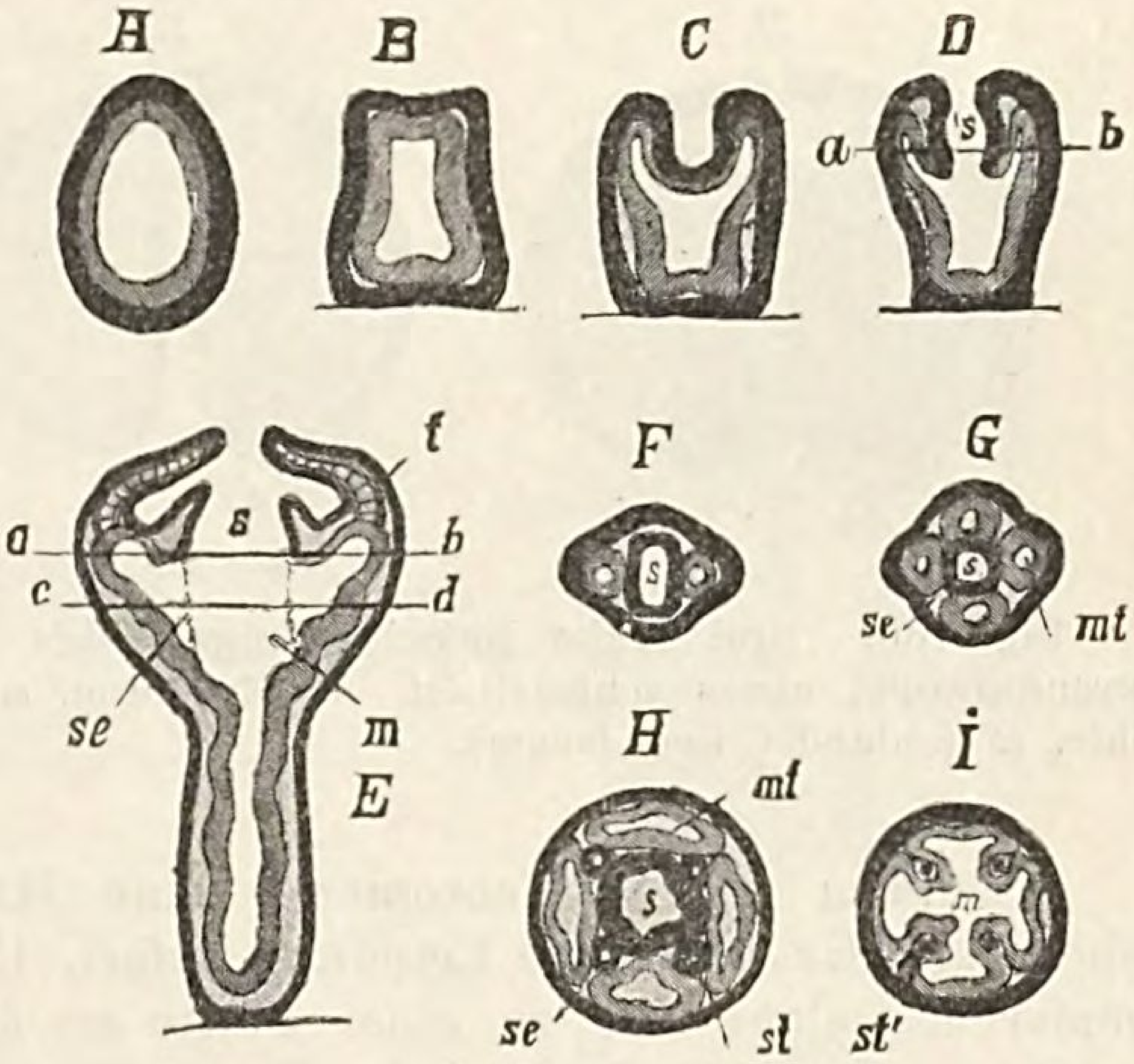


Fig. 99. **Entwickelung der Scyphula von Aurelia aurita aus der Planula**, nach GÖTTE. *A* Planula, *B* dieselbe hat sich festgesetzt, *C* Einstülpung des Schlundes, *D* Durchbruch der Darmpforte, *E* Scyphula, *F* Querschnitt durch das Stadium *C*, *G* idem durch das Stadium *D* in der Höhe der Linie *a*—*b*, *H* Querschnitt durch die Scyphula (*E*) in der Höhe *a*—*b*, *I* idem in der Höhe *c*—*d*. Schwarz: Ectoderm; schraffirt: Entoderm. *s* Schlund, *se* Septen, *mt* Magentaschen, *t* Tentakel, *m* Magenhöhle, *st'*, *st* Septaltrichter.

Ein Scyphopolyp (Scyphula der Acraspeden, Korallenpolyp) entsteht in folgender Weise aus einer Planula (Fig. 99). Die Planula (A) setzt sich fest (B) mit dem animalen oder aboralen Körperende. Am oralen Körperende senkt sich das Ectoderm grubenförmig ein und bildet den ectodermalen Schlund mit dem äussern Mund (C). Der Grund des Schlundes bricht dann gegen die Gastralhöhle durch (D); so entsteht die Darmpforte. Der Schlund der Scyphula ist anfänglich nicht ein rundes, sondern ein platt gedrücktes Rohr (F). Zu dessen beiden Breitseiten ragt je eine Verlängerung des Darmes zwischen ihn und die ectodermale Leibeswand vor: die beiden ersten Magentaschen. Kreuzweise zu diesen gestellt, wachsen nachher (G) 2 neue taschenförmige Ausstülpungen des Darmes zwischen Schlund und Leibeswand vor. So entstehen im Umkreise des Schlundes die 4 Magentaschen der Scyphula (G *mt*). Die benachbarten entodermalen Wände von je 2 Magentaschen legen sich aneinander und bilden die Scheidewände oder Septen (H *se*), die sich mit freiem axialen Rande auch in den Centraldarm fortsetzen und hier die sogenannten Magenleisten bilden. Im Umkreise der Mundscheibe entstehen die ersten 4 Tentakel (E *t*) als Auswüchse des Ectoderms und Entoderms. Das Entoderm bildet eine solide Achse der Tentakel, die über den 4 Magentaschen entstehen und deren Zahl sich später vermehrt.

Beim Korallenpolypen ist die Bildung der Tentakel, Magentaschen und Scheidewände, wenn nicht übereinstimmend, so doch ähnlich, die Entodermachsen der Tentakel sind von Anfang an hohl.

Ueber die Entwickelung der Scyphula zur acraspeden Meduse ist bereits p. 76, 104, 113, 114 das Nöthigste gesagt worden.

Die direkte Entwickelung acraspeder Medusen aus dem Ei ist noch nicht genügend bekannt. Vergl. über die Entwickelung des Mesoderms der Korallen p. 99.

Die Entwickelung der Ctenophoren steht in einem gewissen Gegensatz zu der aller andern Cnidarien. Die totale, inaequale Furchung des telolecithalen Eies haben wir schon geschildert; ebenso die Bildung eines zweiblättrigen Keimes durch Epibolie. Wir nehmen hier den Faden der Beschreibung der Entwickelung wieder auf.

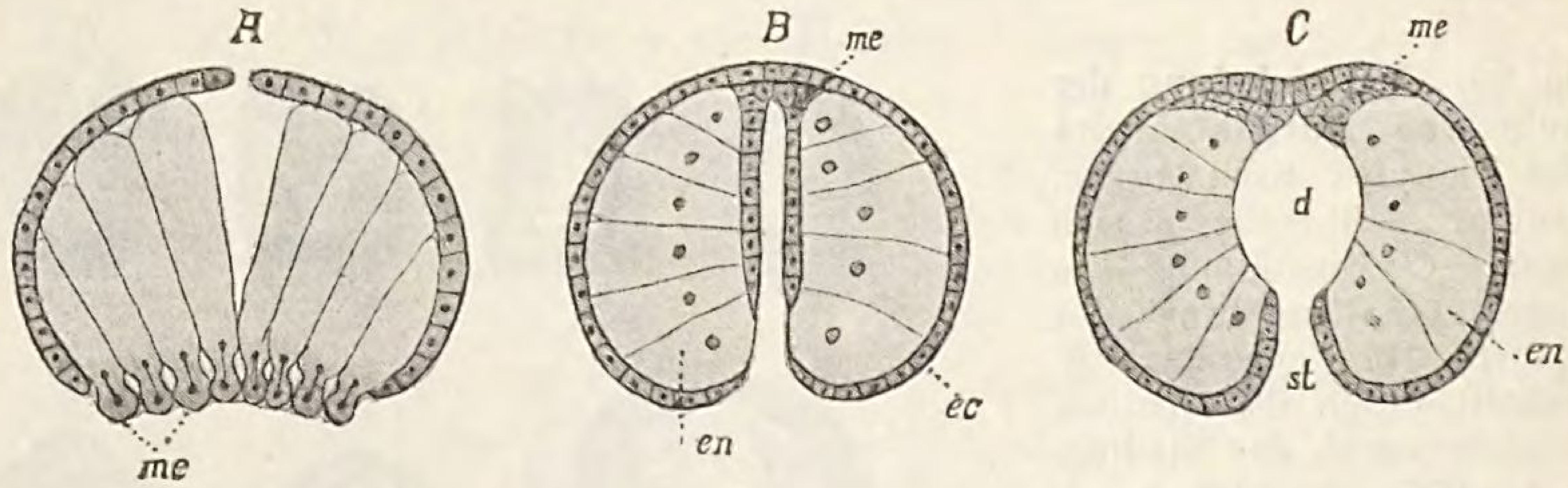


Fig. 100. **Drei frühe Entwickelungsstadien einer Ctenophore (Callianira)**, nach METSCHNIKOFF, etwas schematisirt. *ec* Ectoderm, *en* Entoderm, *me* Mesoderm, *d* Darmhöhle, *st* Schlund (Stomodaeum).

Nachdem die 8 Macromeren eine Haube von Micromeren gebildet haben, die das gesammte Ectoderm liefert, theilen sie sich selbst in 16 Macromeren, welche sich zu einer Platte an der vegetativen Seite des Keimes anordnen. Darauf schnürt jedes der 16 Macromeren nach unten, d. h. nach der vegetativen Oberfläche des Keimes zu, je ein Micromer ab (Fig. 100 A). Die so gebildeten 16 Micromeren stellen einen Theil der Anlage des Mesoderms, nämlich zum mindesten die Anlage des Tentakelmesoderms dar. Sie können vielleicht als Theile des Entoderms, als frühzeitige Sonderungsprodukte desselben betrachtet werden. Dann würde die Mesodermachse der Ctenophorententakel den entodermalen Tentakelkanälen oder Tentakelachsen der übrigen Cnidarien verglichen werden können.

Nachdem die 16 Mesoderm-Micromeren (*me*) gebildet sind, vertieft sich die Macromerenplatte, indem zugleich die Ectodermkappe immer mehr gegen den vegetativen Pol zu sich ausbreitet. So kommt eine Coelogastrula zu Stande, an der freilich ausser den beiden primitiven Keimblättern schon eine Mesodermanlage zu beobachten ist (B). Diese letztere kommt bei der Invagination der 16 Macromeren, welche die Anlage des entodermalen Gastro-Kanalsystems darstellen, nach innen, gegen die Darmhöhle zu zu liegen. Später gelangt sie sogar, indem ihre Elemente sich zugleich durch Theilung vermehren, ganz an den animalen Pol unter das Ectoderm (C). Am vegetativen Pol senkt sich das Ectoderm um den Blastoporus herum nach innen ein und bildet so ein Stomodaeum (*st*), die Anlage des Schlundes (fälschlich Magen) der erwachsenen Ctenophoren. Das Mesoderm am aboralen Pole nimmt, von diesem Pole aus betrachtet, die Form eines Kreuzes an. 2 gegenüberliegende Schenkel des Kreuzes erstrecken sich in die Anlagen der beiden Tentakel hinein, die als Auswüchse des Ectoderms auftreten. Das Ectoderm verdickt sich am aboralen Pole zur Anlage des Sinneskörpers (Fig. 101 *sk*). In 8 paarweise genäherten Meridianen treten an der Oberfläche des Ecto-

derms Schwimmplättchen als mit einander verschmelzende Cilien auf. Zuerst bilden sich nur wenige Schwimmplättchen in jeder Reihe; ihre Zahl aber nimmt allmählich zu. Die Hohlräume der Gastrokanäle legen sich als von der Darmhöhle nach der Peripherie vordringende Spalten an. Zwischen Entoderm und Stomodaeum einerseits und dem Ectoderm anderseits wird eine klare Secretmasse (Gallerte *g*) ausgeschieden. Die verschiedenen Elemente, welche bei den Ctenophoren die Gallerte bevölkern, sollen nach den einen Beobachtern von aus dem Ectoderm in die Tiefe wandernden Zellen abstammen, nach einer andern Annahme von der oben geschilderten Mesoblastanlage geliefert werden.

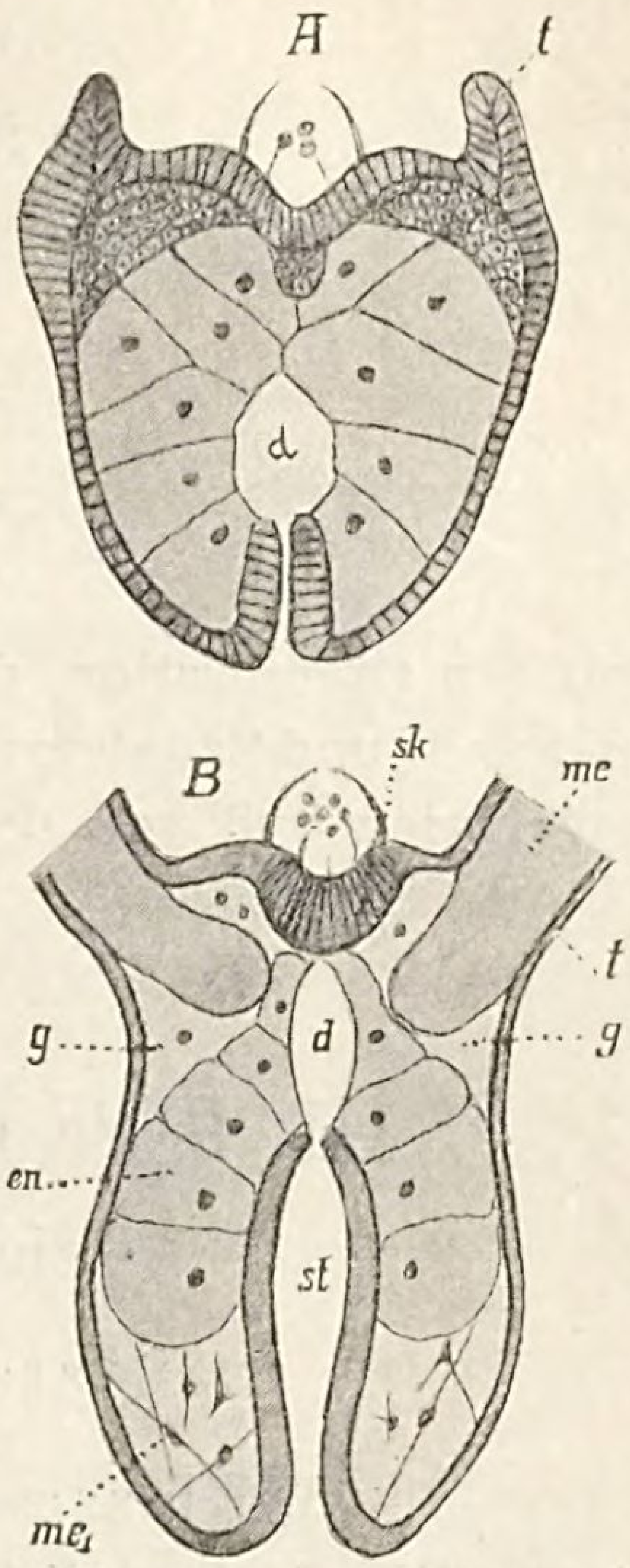


Fig. 101. **Zwei weitere Entwickelungsstadien von Callianira,** nach METSCHNIKOFF. *en* Entoderm, *me* Mesoderm, me_1 Mesenchym, *t* Tentakel, *sk* Sinneskörper, *d* Darmhöhle, *st* Schlund (Stomodaeum), *g* Gallerte.

Litteratur.

E. Haeckel. *Die Gastrula und die Eifurchung, in: Jenaische Zeitschrift. Bd. IX.* 1877.

F. M. Balfour. *Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebersetzt von Vetter.* 2 *Bände. Jena* 1880.

Vergl. ferner die Litteraturübersicht auf p. 114.

III. KAPITEL.

Von der Organisation der Plattwürmer, von der Lebensgeschichte der Band- und Saugwürmer, der Entwickelungsgeschichte der Meeresplanarien und von dem Einfluss der parasitischen Lebensweise.

III. Kreis oder Stamm des Thierreichs.

Plathelminthes, Plattwürmer.

Systematische Uebersicht.

I. Klasse. **Turbellaria, Strudelwürmer.**

Freilebende Plathelminthen mit wimperndem Körperepithel.

I. Ordnung: Polycladidea, Meeresplanarien.

Grosse Turbellarien mit flachem, blattförmigem Körper, mit zahlreichen Eierstöcken und Hoden, ohne Dotterstöcke, meist mit 2 getrennten äusseren Geschlechtsöffnungen. Aus dem Magen entspringen zahlreiche verästelte oder anastomosirende Darmäste.

1. Tribus. Cotylea.

Mit Bauchsaugnapf. Mund und Pharynx in der Körpermitte oder davor. Tentakel fehlen oder finden sich am vordern Körperrand. Anonymus, Thysanozoon, Yungia, Cycloporus, Stylostomum, Eurylepta, Prosthiostomum.

2. Tribus. Acotylea.

Ohne Saugnapf. Mund und Pharynx in der Körpermitte oder dahinter. Tentakel fehlen oder sind 2 dorsale Nackententakel. Planocera, Leptoplana, Trigonoporus, Cestoplana.

II. Ordnung. Tricladidea. Süsswasser-, Land- und Meeresplanarien.

Der meist ansehnliche Körper gestreckt, platt. Mund und röhrenförmiger Pharynx hinter der Körpermitte. Eine gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung mit 2 Keimstöcken und zahlreichen Hoden und Dotterstöcken. Der Darmkanal besteht aus einem vordern, unpaaren und 2 seitlichen hintern Schenkeln, die selbst wieder mit Nebenästen versehen sind.

Planaria, Dendrocoelum (in süssem Wasser), Geodesmus, Bipalium (auf dem Lande), Gunda segmentata (im Meere).

III. Ordnung. Rhabdocoelidea.

Im süssen und salzigen Wasser. Kleine Formen. Darm, wenn deutlich unterscheidbar, ein röhrenförmiger gerader Blindsack ohne oder mit sehr wenig ausgesprochenen Seitenästen. Körper gestreckt, meist drehrund, seltener plattgedrückt.

1. Tribus. Alloiocoela.

Darm vom Parenchym scharf gesondert, häufig mit kurzen seitlichen Aussackungen. Zahlreiche Hodenbläschen. Weibliche Keimdrüsen entweder 2 Ovarien oder 2 Keimdotterstöcke, oder getrennte Keim- und Dotterstöcke. Monotus, Plagiostoma, Vorticeros.

2. Tribus. Rhabdocoela.

Darm vom Parenchym scharf gesondert, ohne seitliche Aussackungen. Im Parenchym treten meist ansehnliche mit Flüssigkeit erfüllte Lücken auf, die eine Art Leibeshöhle bilden. 2 ansehnliche Hoden. Weibliche Keimdrüsen: 1 oder 2 Ovarien oder 1 oder 2 Keimstöcke uud Dotterstöcke, oder 2 Keimdotterstöcke. Vortex, Graffilla (parasitisch), Macrorhynchus, Mesostoma, Prorhynchus, Microstoma und Stenostoma (diese beiden Genera getrennt geschlechtlich), Macrostoma.

3. Tribus. Acoela.

Ohne deutlichen Darmkanal, mit verdauendem Parenchym. Ohne Excretionsorgane, mit zahlreichen sehr kleinen Hodenbläschen und 2 Ovarien. Nadina, Convoluta.

II. Klasse. **Trematoda, Saugwürmer.**

Parasitische ungegliederte Plathelminthen ohne Wimperkleid, meist mit gabelspaltigem Darm. Mund und Pharynx am vordern Körperende. 2 Hoden, 1 Keimstock und 2 verästelte oder in zahlreiche Läppchen zerfallene Dotterstöcke.

I. Ordnung. Ectoparasitica (monogenetische Saugwürmer).

Mit mindestens 3 Saugnäpfen. Entwickelung direkt, ohne Generationswechsel, Lebensgeschichte einfach, ohne Heterogenie. Tristomum. Diplozoon (zwei junge, noch nicht geschlechtsreife Thiere verschmelzen frühzeitig kreuzförmig mit einander und werden erst in diesem Zustande geschlechtsreif), Polystomum, Gyrodactylus.

II. Ordnung. Endoparasitica (digenetische Saugwürmer).

Mit höchstens 2 Saugnäpfen. Lebensgeschichte mit Heterogonie. Distoma hepaticum (Lebensgeschichte s. p. 168, Fig. 119), lanceolatum, beide in den Gallengängen der Leber der Schafe. Distoma isostomum. Gynaecophorus haematobius, im Blute (Pfortader, Venen der Baucheingeweide) des Menschen in Afrika, getrennt geschlechtlich; das Männchen mit einer Rinne an der Bauchseite zur Aufnahme des Weibchens. Amphistomum Monostomum. Die Sporocysten- und Rediengenerationen leben gewöhnlich in Wasserschnecken; die Geschlechtsgeneration meist im Darme von Wirbelthieren.

III. Klasse. **Cestoda. Bandwürmer.**

Endoparasitische Plathelminthen ohne Wimperkleid und ohne Darm, mit zahlreichen Hodenbläschen, 2 Keimstöcken und einem oder 2 in Lappen zerfallenen Dotterstöcken. Mit Haftapparaten nur am vordersten Körperrande.

I. Ordnung. Monozoa.

Ungegliederte Einzelpersonen. Amphilina, Caryophyllaeus, Archigetes.

II. Ordnung. Polyzoa.

Durch Strobilation entstehende Cestodenstöcke: gegliederte Bandwürmer. Mit Scolex und Proglottidenkette. Phyllobothrium, Tetrarhynchus, Ligula (äusserlich undeutlich gegliedert). Bothriocephalus latus; breiter Bandwurm (Fig. 117 C, p. 163) im Darme des Menschen. Ueber 3000 Proglottiden. Mit 2 Sauggruben am Kopfe. Geschlechtsöffnungen flächenständig. Larve bewimpert, im Wasser. Scolexartige Jugendform im Fleische des Hechtes, der Quappe und vielleicht noch anderer Fische. Schistocephalus. Triaenophorus. Taenia; mit 4 Saugnäpfen. T. saginata (mediocanellata) (Fig. 117 A, p. 163) ohne Haken am Rostellum, mit über 1000 Proglottiden, Geschlechtsöffnungen randständig; Im Darme des Menschen. Die Finne, ein Cysticercus, lebt in den Muskeln des Rindes. T. solium (Fig. 117 B, p. 163). Mit doppeltem Hakenkranz am Rostellum. Geschlechtsöffnungen randständig. Gegen 800 Proglottiden. Finne: Cysticercus cellulosae im Fleische des Schweines (Fig. 120, p. 171). T. serrata im Darm des Hundes. Finne: Cysticercus pisiformis in der Leber des Kaninchens und Hasen. T. crassicollis: im Darm der Hauskatze und anderer Katzenarten. Finne: Cysticercus fasciolaris in der Leber der Mäuse. T. cucumerina im Darm des Hundes, scolexartige Finne in der Leibeshöhle der Hundelaus. T. coenurus im Darm des Hundes; Finne: Coenurus cerebralis, Drehwurm, im Gehirn und Rückenmark der Schafe. T. echinococcus im Dünndarm des Hundes; Finne: Echinococcus veterinorum in der Leber des Menschen und verschiedener domesticirter Hufthiere.

I. Allgemeine Bemerkungen.

Der Kreis der Plathelminthen bildet eine sehr natürliche Abtheilung des Thierreichs, welche die drei Klassen der Turbellarien, Trematoden und Cestoden umfasst. Ihre volle Entfaltung zeigt die Organisation bei den freilebenden, sich meist kriechend fortbewegenden oder dahingleitenden Turbellarien, während bei den Trematoden und Cestoden sich in Folge der parasitischen Lebensweise mancherlei Rückbildungen und Vereinfachungen eingestellt haben. Für die Beurtheilung der Stellung der Plathelminthen im System, d. h. ihrer Verwandtschaftsbeziehungen, ist deshalb vor allem die Organisation der Turbellarien maassgebend.

Unter allen Metazoen sind es die Plathelminthen und speciell die Turbellarien, deren allgemeiner Bau am meisten mit dem der Coelenteraten und zwar der Cnidarien übereinstimmt. Man könnte sie fast als kriechende Cnidarien neben die Ctenophoren stellen.

Bei dem Mangel einer zwischen Darm und Haut herrschenden Leibeshöhle und eines gesonderten Blutgefässsystems be-

sorgt hier wie dort das Verdauungssystem als Gastrovascularapparat zugleich auch die Funktionen der Circulation. Ein After fehlt hier wie dort. Dagegen zeigen die Plathelminthen manche wesentliche Differenzirungen der Organisation, die wir bei den Cnidarien vermissen und die zum grossen Theil zu der kriechenden Lebensweise in Beziehung stehen.

Sämmtliche Plathelminthen sind bilateral-symmetrische Thiere; man kann an ihrem Körper ein vorn und hinten, ein oben und unten, ein rechts und links unterscheiden. Die aborale Körperoberfläche des Cnidarienkörpers wird bei den Plathelminthen zur Rückenfläche; die orale zur Bauchfläche, in deren Mitte ursprünglich der Mund liegt. Die Sinnesorgane sammeln sich hauptsächlich an derjenigen Stelle des Körpers an, welche beim Kriechen vorausgeht, d. h. vorn, und auch der Haupttheil des Centralnervensystems, das Gehirn, ursprünglich am aboralen Pole, d. h. im Centrum der Rückenfläche liegend, ist, den Sinnesorganen folgend, mehr oder weniger weit nach vorn gerückt.

Diejenigen Organe und Organsysteme, welche schon bei den Coelenteraten die Tendenz zeigten, sich aus dem Körperepithel unter dasselbe zu verlagern und so eine mittlere Körperschicht zu bilden, sind bei den Plathelminthen in ausgesprochener Weise mesodermal geworden, also, ganz abgesehen vom Bindegewebe, die Geschlechtsorgane, die Muskulatur und das Nervensystem. Die Muskulatur ordnet sich unter dem Körperepithel zu einer Muskelschicht, deren Elemente einen transversalen, longitudinalen und diagonalen Verlauf nehmen. Dorsoventrale Muskelfasern spannen sich zwischen Bauch- und Rückenfläche aus. Die ganze Anordnung der Muskulatur erscheint der Kriechbewegung angepasst. Das Nervensystem bildet einen in oder an der Muskelschicht liegenden Plexus von Nerven, der auf der Bauchseite stärker entwickelt ist als auf der Rückseite. In diesem Plexus treten einzelne kräftigere Nervenstämme, die in einem Centraltheil, dem Gehirn, von verschiedenen Seiten zusammentreffen, deutlicher hervor. Bei sehr vielen Plathelminthen gestaltet sich dieser Nervenplexus zu dem sogenannten Strickleiternervensystem, an dem wir folgende Haupttheile unterscheiden: 1. das am vordern Körperende liegende Gehirn, 2. zwei davon ausgehende, auf der Bauchseite verlaufende Haupt-Längsstämme, 3. Quer-Kommissuren, welche diese letztern mit einander verbinden.

Sehr charakteristisch für die Plathelminthen ist das sogenannte Wassergefässsystem, ein System feiner, einerseits sich im Mesoderm verästelnder, anderseits nach aussen mündender Kanäle; welcher sicher excretorische, daneben vielleicht auch respiratorische Bedeutung hat. Bei den Cnidarien ist kein derartiges System beobachtet worden.

Die Plathelminthen sind Hermaphroditen.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung durch befruchtete Eier kommt (bei Trematoden) auch parthenogenetische Fortpflanzung und (bei Turbellarien und Cestoden) ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung oder Knospung vor.

Für das Verständniss der Beziehungen der Helminthen zu den Cnidarien ist die Kenntniss von zwei Thierformen nöthig, die als Zwischenformen zwischen den Ctenophoren und Turbellarien, speciell Polycladen gedeutet worden sind. Beide sind bis jetzt nur je in einem Exemplare beobachtet worden. Die eine dieser Formen ist Coeloplana Mecznikowi, die andere Ctenoplana Kowalevskii. Leider ist unsere Kenntniss hauptsächlich der ersten Form noch eine sehr mangelhafte. Ihre Geschlechts-

organe, ihre Entwickelung sind unbekannt, so dass man nicht sicher weiss, ob man es mit Jugendstadien oder mit erwachsenen Thieren zu thun hat. Aber auch im erstern Falle bieten die beiden Formen das grösste Interesse.

Coeloplana ist ein gegen 3 Linien langes und 2 Linien breites Thierchen, dessen Habitus ganz mit dem einer Polyclade übereinstimmt. Der an der ganzen Oberfläche bewimperte, plattgedrückte Körper bewegt sich kriechend auf der Bauchfläche. Im Centrum der Rückenfläche liegt ein Bläschen mit einem Otolithenhaufen. Daneben rechts und links je ein langer, einseitig gefiederter Tentakel, der in eine besondere Scheide zurückgezogen werden kann. In der Mitte der Bauchfläche liegt der Mund. Das Gastrokanalsystem besteht aus dem vierlappigen Magen und zahlreichen, davon ausstrahlenden, anastomosirenden Kanälen. Vom Magen steigen 2 Kanäle gegen die dorsale Körperoberfläche empor, wo sie vor und hinter dem Otolithenbläschen scheinbar blind endigen.

Ctenoplana zeigt im Allgemeinen dieselbe Körpergestalt wie Coeloplana; ausser der allgemeinen Wimperbekleidung hat aber diese Form auf der Rückenfläche noch 8 rosettenförmig angeordnete kurze Reihen starrer Plättchen, die den Wimper- oder Ruderplättchen der Ctenophoren entsprechen und in besonderen grubenartigen Vertiefungen liegen, aus denen sie vorgestreckt werden können. Die Anordnung des Gastrokanalapparates ist ähnlich wie bei Coeloplana. In der Mitte der Rückenfläche befindet sich ein dem Sinneskörper der Ctenophoren ähnliches Gebilde. Am Boden der den Otolithenhaufen bergenden Grube kommt jederseits ein Nervencentrum mit abgehenden Nerven vor. Jederseits daneben ein solider Tentakel mit kurzen Seitenzweigen. In der Gegend der Tentakel findet sich jederseits eine Oeffnung, welche in ein System sich im Körperparenchym verzweigender Kanäle führt, das der Entdecker von Ctenoplana mit dem Wassergefässsystem der Plathelminthen vergleicht. Unter dem Körperepithel liegt eine Basal- oder Skeletmembran; darunter eine Schicht von Längs- und unter diesen eine Schicht von Quermuskeln. Ausserdem kommen dorsoventrale, an beiden Enden verästelte Muskelfasern vor, die sich einerseits an die dorsale, anderseits an die ventrale Basalmembran ansetzen. Zum Vorstrecken und Zurückziehen der Cilienplättchen existiren besondere Bündel von Muskelfasern.

Mit den Ctenophoren stimmen diese beiden Formen hauptsächlich überein:

1. in dem Besitz eines aboralen Sinneskörpers;
2. in dem Besitz von 8 Cilienplättchenreihen (Ctenoplana);
3. im Besitz gefiederter Tentakel;
4. in der allgemeinen Architektonik des Körpers.

Coeloplana und Ctenoplana sind noch nicht bilateral-symmetrisch. Die ungleichpolige Hauptachse geht wie bei Ctenophoren vom Mund bis zum Sinneskörper. Sie ist stark verkürzt. Die Lateralebene geht durch die beiden Tentakel; die Median- oder Sagittalebene steht senkrecht auf ihr. Jede dieser Ebenen theilt den Körper in 2 congruente Hälften. Würden unsere beiden Formen immer mit demselben Ende einer Ebene, z. B. der Medianebene, voran sich bewegen, und würden sich an diesem Ende besondere Organe, etwa Sinnesorgane entwickeln, oder sich der Sinneskörper diesen nähern, so würden sie bilateral-symmetrisch werden. Man könnte dann nur eine Ebene, nämlich die Medianebene, durch sie legen, welche den Körper in 2 spiegelbildlich gleiche Hälften theilen würde. Nicht nur oben und unten, sondern auch vorn und hinten wäre dann am Körper verschieden.

Mit den Polycladen stimmen Coeloplana und Ctenoplana überein:

1. in der plattgedrückten Körpergestalt und in der Fähigkeit, sich kriechend fortzubewegen;
2. in der allgemeinen Bewimperung des Körpers;
3. im Besitz einer Skeletmembran (Ctenoplana);
4. im Besitz einer Hautmuskulatur, bestehend aus Längs- und Ringmuskelschicht;
5. im Besitz an beiden Enden verästelter dorsoventraler Muskelfasern;
6. in der allgemeinen Anordnung der Gastrokanäle;
7. im Besitz von 2 (bei Polycladen freilich ungefiederten) dorsalen Tentakeln und eines dorsalen Nervencentrums (?);
8. im Besitz eines Wassergefässsystems (Ctenoplana?),

Die sub 1—5 citirten Eigenthümlichkeiten lassen sich auf Rechnung der kriechenden Lebensweise setzen.

Coeloplana und Ctenoplana unterscheiden sich sowohl von den Ctenophoren als von den Polycladen durch das Fehlen eines ectodermalen Schlundes. Wenigstens ist ein solcher nicht beschrieben worden.

II. Die Körperform.

Die meisten Plattwürmer sind, wie der Name sagt, mehr oder weniger flach. Blattförmig sind die Polycladen. Es kommen bei ihnen alle Zwischenformen zwischen breit ovalen und lang bandartig ausgestreckten Formen vor. Die Tricladen sind meist länglich lanzettförmig, mit etwas mehr gewölbter Rückenfläche. Unter den Land-Tricladen giebt es recht langgestreckte Formen. Bei den Rhabdocoelen herrscht grosse Mannigfaltigkeit; es finden sich flach scheibenförmige, planconvexe und häufig spindelförmige Thiere. Unter den Trematoden sind die Ectoparasiten und einige wenige Endoparasiten (z. B. Distoma hepaticum D. lanceolatum) flach, plattgedrückt; die Mehrzahl der endoparasitischen Distomaarten hingegen sind ziemlich drehrund. Die Cestoden oder „Bandwürmer" sind bandförmig und bestehen meist aus einer Reihe hinter einander liegender, von vorn nach hinten an Grösse zunehmender Glieder (Proglottiden). Vorn, wo der Körper immer dünner wird, wird die Gliederung undeutlich. Schliesslich schwillt dieser dünne Halstheil knotenförmig zu dem mit Haftapparaten versehenen Bandwurmkopf (Scolex) an.

III. Das äussere Körperepithel.

Ein deutliches Körperepithel kommt nur bei den Turbellarien vor. Bei den Trematoden und Cestoden wird es ersetzt durch eine resistente, elastische, cuticulaähnliche Membran, welche meist von feinsten Poren durchsetzt ist. Es ist indess nicht unmöglich, dass diese Haut selbst ein stark modificirtes Epithel darstellt. Das Körperepithel der Turbellarien ist bewimpert. Die Wimperbewegung dient vornehmlich 1. zur Respiration (durch Unterhaltung einer beständigen Wassercirculation an der nackten Oberfläche der zarten und weichen Thiere), 2. zur Fortbewegung (vornehmlich der kleinen Formen).

In die Haut münden einzellige Hautdrüsen. In besondern Drüsenzellen der Haut, den sogenannten Stäbchen- oder Rhabditenzellen, entstehen spindelförmig gestaltete Drüsensecrete, die sogenannten Stäbchen oder Rhabditen, welche, obschon sie auch in andern Abtheilungen vorkommen, für die Turbellarien wegen ihrer allgemeinen Verbreitung

charakteristisch sind. Während die Stäbchendrüsenzellen bei den meisten Polycladen im Epithel selbst liegen, senken sie sich bei den meisten Tricladen und Rhabdocoeliden tief in das Parenchym ein und stehen mit dem Epithel nur durch lange dünne Fortsätze in Verbindung, in denen („Stäbchenstrassen“) die Rhabditen nach aussen befördert und im Epithel abgelagert werden. Auch typische Nesselkapseln kommen im Epithel mancher Turbellarien vor. Daneben existiren zahlreiche Zwischenformen zwischen echten Rhabditen und echten Nematocysten.

IV. Das Gastrovascularsystem.

Es ist bei den Cestoden vollständig verschwunden. Die Ernährung geschieht bei ihnen durch endosmotische Diffusion der den Körper dieser Endoparasiten umgebenden Säfte in ihr Körperparenchym hinein.

Bei den übrigen Plathelminthen ist das Gastrokanalsystem wohl entwickelt und zeigt in den einzelnen Abtheilungen fast ebenso wichtige und charakteristische Modifikationen wie bei den Cnidarien. Ueberall können wir zwei Haupttheile an ihm unterscheiden: 1. einen aus einer Einsenkung der äussern Haut hervorgehenden und folglich von ectodermalem Epithel ausgekleideten Schlund- oder Pharyngealapparat und 2. den entodermalen Darm- oder Gastralapparat. Wir wollen diese Theile gesondert behandeln.

I. Der Pharyngealapparat. Er mündet durch den Mund nach aussen und durch die Darmpforte in den Gastralapparat.

Die Lage des Mundes ist in keinem Thierkreise so ausserordentlich wechselnd, wie bei den Plathelminthen. Für ursprünglich halten wir, entsprechend den in den allgemeinen Bemerkungen dargelegten Gesichtspunkten und anknüpfend an die bei Cteno- und Coeloplana bestehenden Verhältnisse, die Lage des Mundes in der Mitte der Bauchfläche. Dieses Verhalten finden wir nur bei Turbellarien, und zwar bei den Polycladen in den Familien der Anonymiden, Planoceriden und den meisten Leptoplaniden, unter den Rhabdocoeliden bei einigen Acoelen und Mesostomiden. Bei den übrigen Plathelminthen ist der Mund von der Mitte der Bauchfläche entweder mehr oder weniger weit nach vorn oder nach hinten verlagert, ohne jemals ganz das vorderste oder das hinterste Leibesende zu erreichen. Etwas vor der Mitte liegt der Mund unter den Polycladen bei den Pseudoceriden, unter den Rhabdocoeliden bei manchen Acoelen, ferner bei Mesostomiden, Probosciden und Plagiostomiden. Nahe am vordern Körperende befindet er sich bei den Euryleptiden und Prosthiostomiden unter den Polycladen, bei vielen Rhabdocoelen und allen Trematoden. Etwas hinter der Mitte liegt der Mund bei einigen Leptoplaniden unter den Polycladen, allen Tricladen und vielen Rhabdocoeliden (vornehmlich den Monotiden). Nahe am hintern Körperende treffen wir ihn bei den Cestoplaniden unter den Polycladen und bei manchen Plagiostomiden unter den Alloiocoelen.

Der Bau des Pharyngealapparates ist bei den Phathelminthen sehr mannigfaltig. Wir können nur die Haupttypen kurz erwähnen.

Durch seine grosse Einfachheit und das embryonale Verhalten zeichnet sich der Pharyngealapparat der Convolutiden, der Microstomiden und Macrostomiden unter den Rhabdocoeliden aus. (Bei den meisten Acoelen fehlt er sogar ganz.) Bei den 3 erwähnten Familien besteht er aus

einem einfachen Schlundrohr, welches zwischen Mund und Darm eingeschaltet ist (Pharynx simplex, Fig. 102 A). Dieser einfache Schlund complicirt sich zunächst dadurch, dass sich rings um ihn herum Muskeln in bestimmter Anordnung anhäufen. Die Muskelwand des Schlundes springt dann fast immer in verschiedener Weise mehr oder weniger weit gegen das Lumen des Schlundes vor, so dass wir jetzt schon am Pharyngealapparat 2 Haupttheile unterscheiden können: 1. die Schlund- oder Pharyngealtasche und 2. den in sie vorragenden muskulösen Schlundkopf oder Pharynx. Wenn die Schlundtasche wenig geräumig ist und der Pharynx mit seiner freien innern Oberfläche nur wenig weit in sie vorragt, so ist letzterer gewöhnlich kugelig oder tonnenförmig und er erscheint von dem ihn umgebenden Körperparenchym durch eine Muskelschicht scharf abgegrenzt (Pharynx bulbosus, Fig. 102 B). In dieser Gestalt treffen wir ihn bei fast allen Rhabdocoelen, bei den Plagiostomiden unter den Alloiocoelen; ferner bei sämmtlichen Trematoden.

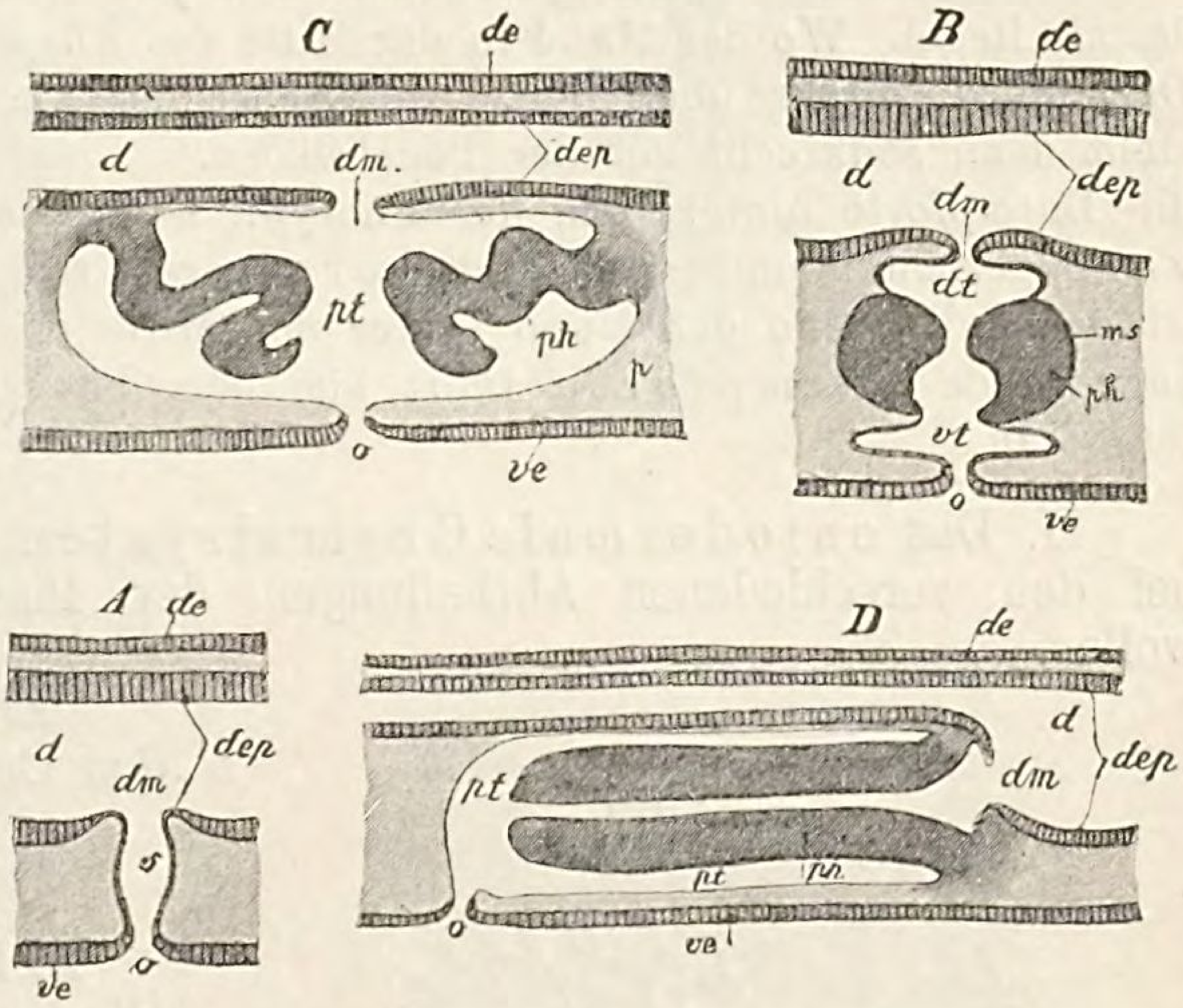


Fig. 102. *A—D* **Diagrammatische Darstellung des Pharyngealapparates von Turbellarien.** *A* Von **Convoluta,** *B* von **Mesostoma,** *C* von **Planocera,** *D* von **Prosthiostomum.** *de* Dorsales Körperepithel, *ve* ventrales Körperepithel, *o* Mund, *dm* Darmpforte, *pt* Pharyngealtasche, *ph* Pharynx, *d* Darm, *dep* Darmepithel, *s* Schlund, *p* Parenchym, *dt* dorsale Schlundtasche, *vt* ventrale Schlundtasche, *ms* Muskellamelle.

Bei sehr vielen Turbellarien ragt der Pharynx als eine Ringfalte weit in die meist geräumige Pharyngealscheide oder -Tasche vor und nimmt, wie letztere, eine sehr verschiedene Gestalt an, ist aber nie durch eine Muskellage scharf vom umgebenden Parenchym abgesetzt (Pharynx plicatus). Beiallen Polycladen mit Ausnahme der Euryleptiden und Prosthiostomiden ist die Pharyngealtasche sehr geräumig, oft mit sekundären, bisweilen selbst wieder verästelten Taschen versehen und der Pharynx ist ein flaches und breites Band, welches als eine Ringfalte rings von den Seitenwänden der Tasche in dieselbe hineinhängt (Fig. 102 C). Aus der Mundöffnung vorgestreckt, kann sich ein solcher Pharynx zu einer weiten Haut tuchartig ausbreiten und die Beute allseitig umhüllen, so etwa, wie man einen Gegenstand in ein Tuch einhüllt. Bei den Euryleptiden und Prosthiostomiden unter den Polycladen, ferner bei allen Tricladen und bei den Monotiden unter den Alloiocoelen wird diese Ringfalte zu einem mehr oder weniger cylindrischen und langgestreckten Muskelrohr, welches frei vom Grunde der ebenfalls cylindrischen Pharyn-

gealtasche in dieselbe hineinragt. Durch Contraction der Ringmuskulatur verlängert sich dieses Rohr und tritt aus der äussern Mundöffnung heraus (Fig. 102 D).

Der Pharynx plicatus verhält sich zur Pharyngealtasche ganz ähnlich wie der mannigfach gestaltete Mund- oder Magenstiel der acraspeden Medusen zu der Subumbralhöhle, in die er hineinragt.

Die Muskulatur des Plathelminthenpharynx besteht aus einer oder mehreren Längs- und Ringmuskelschichten und aus radiär um die Achse des Pharynx gestellten Muskelfasern.

Ueberall münden an der freien Oberfläche des Pharynx, meist am freien Ende desselben, einzellige Drüsen (Speicheldrüsen) aus. Diese Drüsen liegen entweder, wie beim vom Parenchym scharf abgegrenzten Pharynx bulbosus, im Pharynx selbst oder, wie beim Pharynx plicatus, im Parenchym zerstreut rings um die Ansatzstelle des Pharynx. Im letzteren Falle senden sie nur ihre langen und dünnen Fortsätze (Ausführungsgänge) in den Pharynx hinein.

Ueber die Lage des Pharynx und der Pharyngealtasche im Körper gilt Folgendes als Regel. Wo der Mund in der Mitte des Körpers liegt, befindet sich die Darmpforte direkt über ihm. Die Achse des Pharynx und seiner Tasche steht dann senkrecht auf der Bauchfläche. Liegt der Mund vorn, so liegt die Darmpforte hinter ihm, der Pharynx ist mit seinem freien Rande nach vorn gerichtet und wird nach vorn vorgestreckt. Das Entgegengesetzte ist der Fall, wenn der Mund hinter der Mitte des Körpers liegt. Die meist enge runde Darmpforte führt aus dem Pharynx oder der Pharyngealtasche in

II. Das entodermale Gastralsystem, welches wir successive bei den verschiedenen Abtheilungen der Plathelminthen besprechen wollen.

Ein After fehlt, wie bei den Cnidarien, durchweg.

Turbellarien.

A. Polycladen (Fig. 103). Hier zeigt das Gastralsystem grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der höhern Cnidarien (Medusen und Ctenophoren). Es besteht 1) aus dem Hauptdarm und 2) den Gastrokanälen oder Darmästen. Der meist ziemlich geräumige Haupt- oder Magendarm ist um so gestreckter, je länger der Körper ist. Wo der Pharyngealapparat sich in der Mitte des Körpers befindet, liegt er einfach über ihm, wo der Pharynx hinten liegt, befindet er sich fast ausschliesslich vor ihm. Ist der

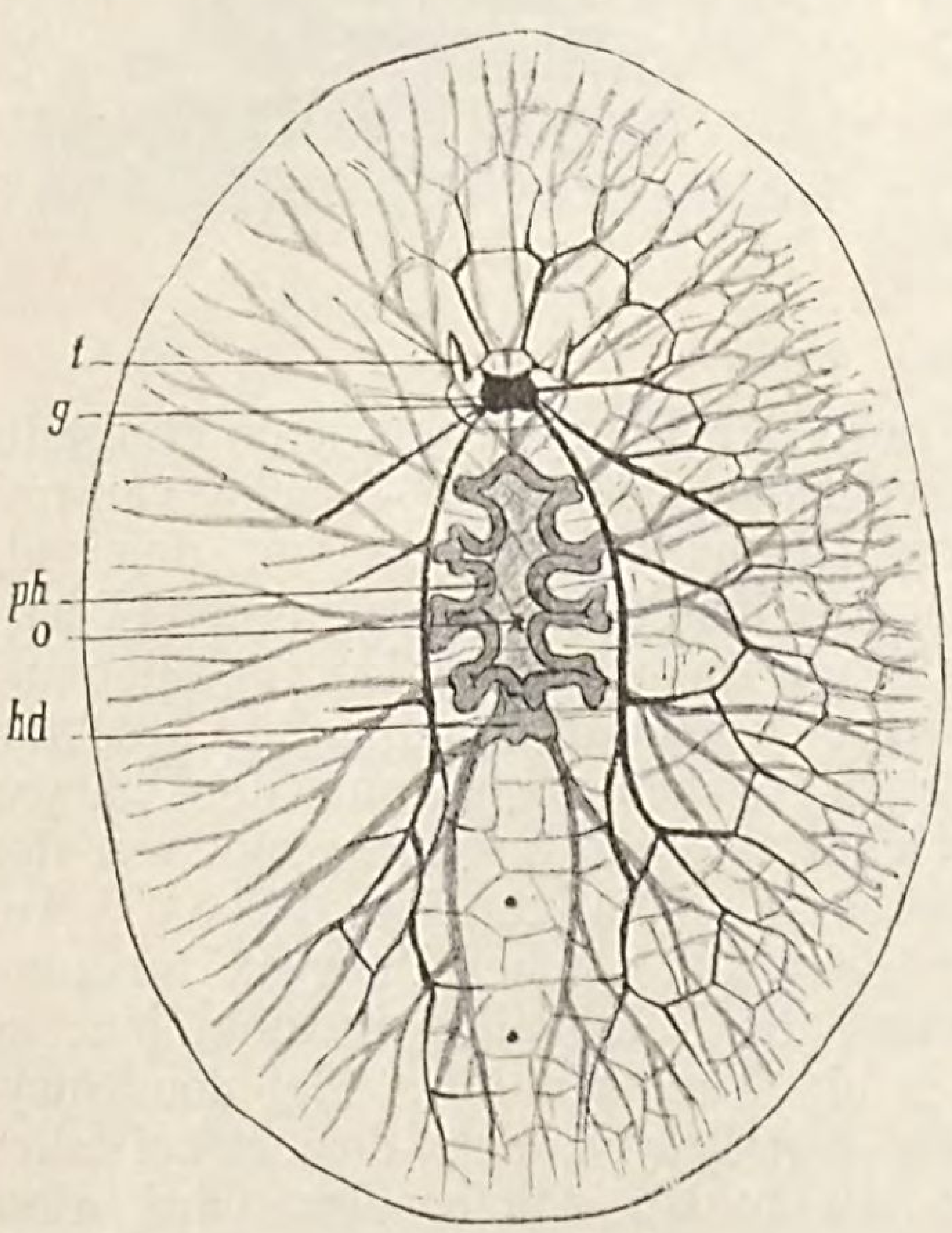


Fig. 103. **Darm- und Nervensystem von Planocera.** *t* Tentakel, *g* Gehirn, *ph* Pharynx, *o* Mund, *hd* Hinteres Ende des vom Pharynx verdeckten Hauptdarmes.

Pharynx nach vorn verlagert, so liegt der Magendarm fast ausschliesslich hinter ihm. Aus dem Magendarm entspringen die Gastrokanäle in wechselnder Anzahl. Sie durchsetzen das Körperparenchym, indem sie in horizontaler Richtung allseitig bis gegen den Körperrand vordringen und sich unterwegs reichlich verästeln oder auch mit einander anastomosiren. Man unterscheidet paarige Gastrokanäle und einen unpaaren Kanal. Die paarigen sind mindestens in 4 Paaren, oft, besonders bei den langgestreckten Formen, in sehr zahlreichen Paaren vorhanden. Der unpaare Kanal verläuft vom Vorderende des Magendarmes in der Mittellinie des Körpers nach vorn.

Fig. 104.

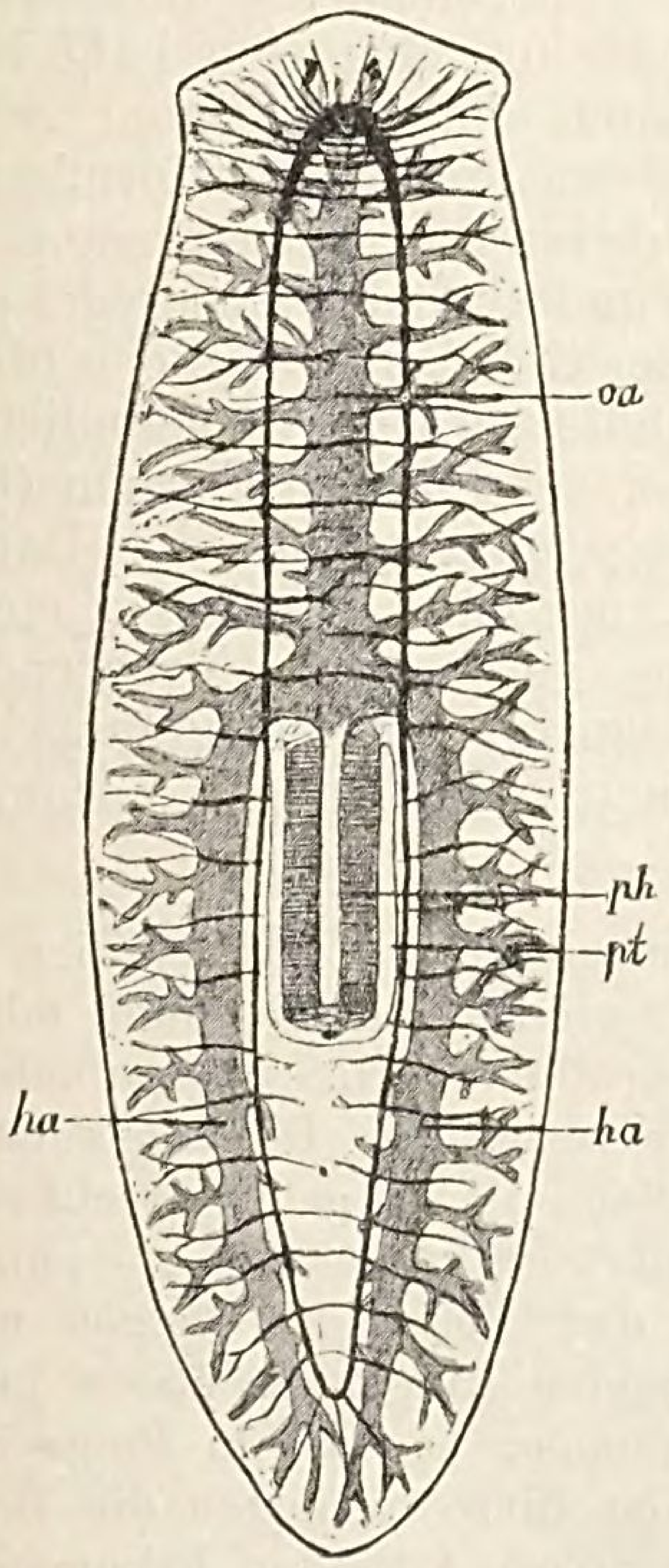


Fig. 105.

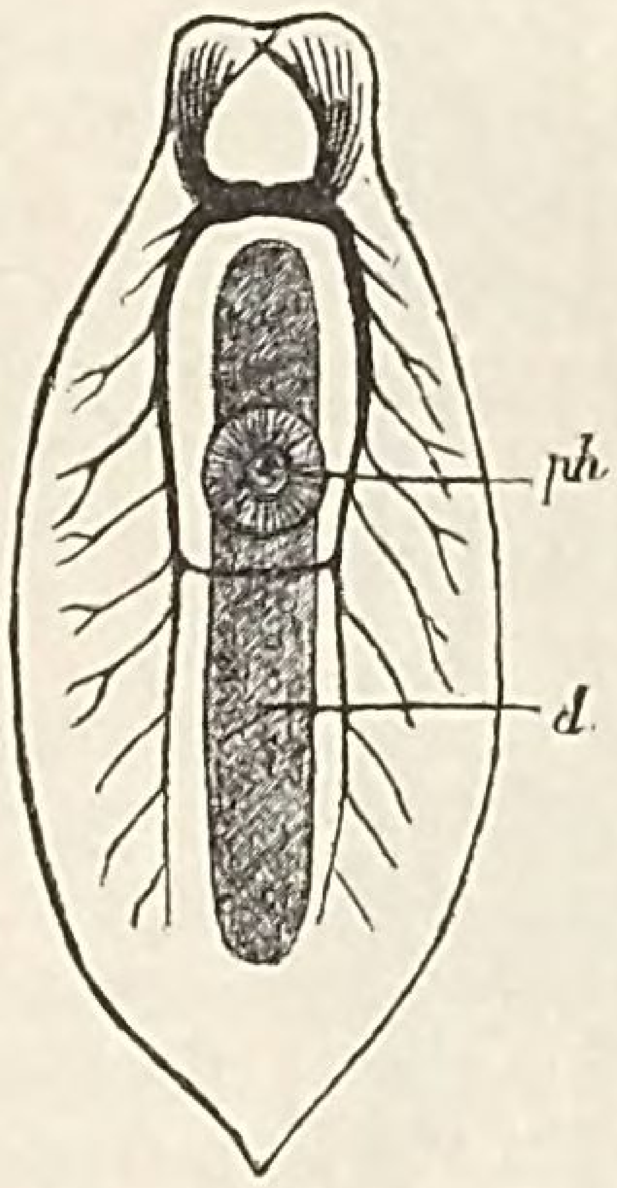


Fig. 104. **Darm- und Nervensystem einer Süsswassertriclade.** *va* Vorderer medianer Darmast, *ha* hintere Darmäste, *ph* Pharynx, *pt* Pharyngealtasche.

Fig. 105. **Darm- und Nervensystem von Mesostoma (Rhabdocoele).** *ph* Pharynx, *d* Darm.

Bei einigen Polycladen münden die Gastrokanäle durch Poren an der Rückenfläche des Körpers (Yungia) oder an dessen Rand (Cycloporus) nach aussen. Bei Thysanozoon verlaufen Divertikel der Darmäste in die zottenartigen Fortsätze auf der Rückenfläche des Körpers hinein.

B. Tricladen (Fig. 104). Hier lässt sich ein Unterschied zwischen Magendarm und Darmästen nicht machen. Direkt an der Darmpforte entspringen 3 Gastrokanäle: ein unpaarer, der in der Medianlinie nach vorn verläuft und seitliche, oft selbst wieder verästelte Abzweigungen besitzt, und 2 paarige, welche zu Seiten der Pharyngealtasche nach hinten verlaufen und seitliche Zweige nach aussen abgeben.

C. Rhabdocoelidea. Das Gastrokanalsystem ist auf einen einfachen sack- oder röhrenförmigen Darm (Fig. 105) reducirt, der in der

Mittellinie des Körpers verläuft. Mitunter zeigt derselbe (besonders bei den Monotiden) zahlreiche kurze seitliche Aussackungen.

Bei den sogenannten Acoelen wird der Darmkanal repräsentirt durch eine Masse sternförmig verästelter Zellen, in welcher keine Darmhöhle nachweisbar ist. Die Nahrung gelangt durch den Mund oder Schlund direkt in diese Masse hinein, die man auch als „verdauendes Parenchym" bezeichnet hat.

Trematoden. Das Gastrokanalsystem der Saugwürmer schliesst sich am meisten an das der Tricladen an. Da der Mund und Pharynx vorn liegt, so führt die Darmpforte hier in das vordere Ende eines kurzen, als Oesophagus bezeichneten unpaaren medianen Darmstückes, das sich bald in zwei Gabeläste spaltet, die nach hinten verlaufen (Fig. 106). Bei den breiten, blattförmigen Trematoden, zu denen die meisten ectoparasitischen Formen und auch der Leberegel gehört, gehen von diesen Gabelästen seitliche, oft selbst wieder verästelte Zweige vornehmlich nach aussen ab. Bei vereinzelten Formen (Stichocotyle, Aspidogaster) verläuft der Darm als ein unpaarer, medianer Blindsack nach hinten. Wo am vordersten Körperende ein medianer Saugnapf (Mundsaugnapf) entwickelt ist, liegt der Mund im Grunde desselben.

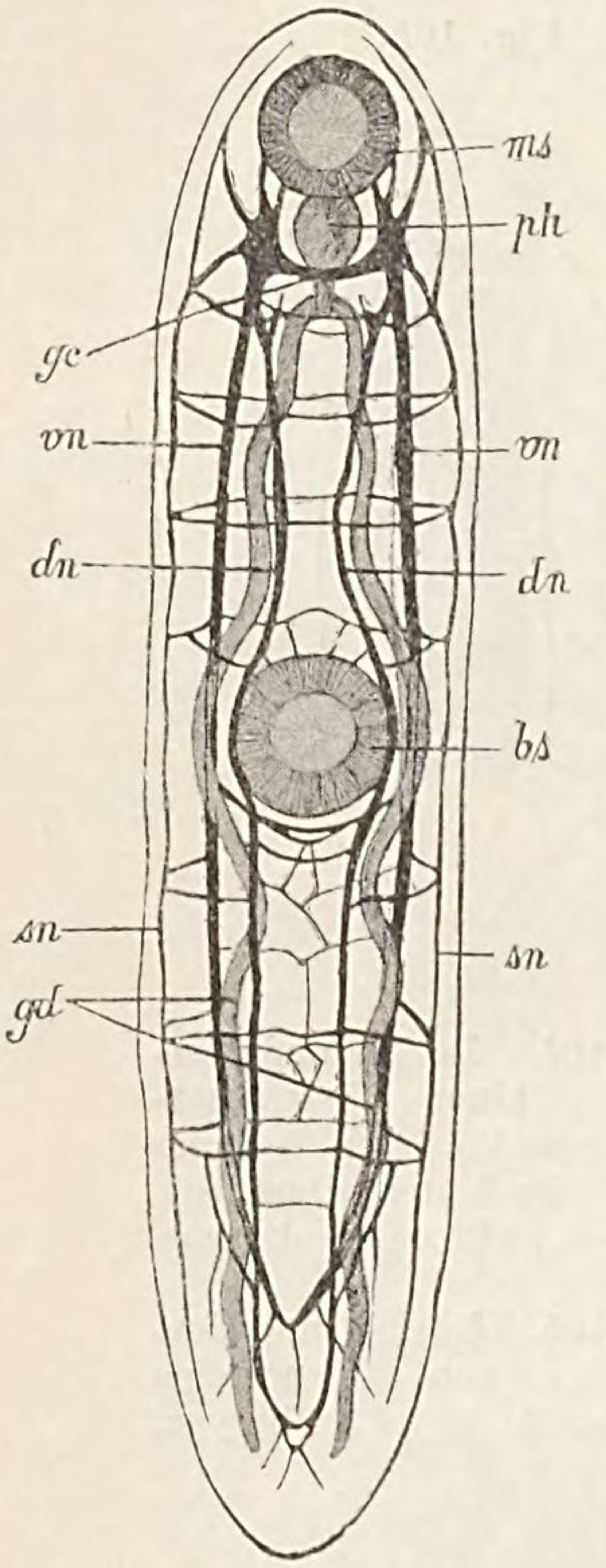


Fig. 106. **Darm- und Nervensystem von Distoma isostomum (Trematoden)** nach GAFFRON. *ms* Mundsaugnapf, *ph* Pharynx, *gd* Gabeläste des Darmkanals, *gc* Gehirncommissur, *dn* dorsale, *sn* laterale, *vn* ventrale Längsnerven, *bs* Bauchsaugnapf.

Das Darmepithel der Turbellarien ist in geringerer oder grösserer Ausdehnung mit Cilien besetzt. Intracellulare Nahrungsaufnahme ist bei ihnen sehr verbreitet. Die Muskulatur des Gastrokanalsystems ist im ganzen recht schwach entwickelt und besteht aus Längs- und Ringfasern. Bei den Polycladen folgen an den Darmästen einzelne Ringmuskelfasern in regelmässigen Abständen, so dass in Folge der dadurch gebildeten Einschnürungen die Darmäste ein perlschnurartiges Aussehen bekommen.

Bei dem Mangel eines Afters werden die Fäcalmassen durch den Mund nach aussen entleert. Das Gastrokanalsystem der Turbellarien mag neben den Funktionen der Verdauung und Circulation auch noch eine respiratorische Bedeutung haben.

V. Stützorgane, passive Bewegungsorgane

sind bei den meist weichen und zarten Plathelminthen wenig ausgebildet. Bei den Turbellarien, sicher wenigstens bei den Polycladen, spielt die resistente, ziemlich feste und elastische Basalmembran die Rolle eines Stützorganes, an das sich die Hautmuskulatur dicht anlegt und an welcher sich die dorsoventralen Muskelfasern inseriren. Dieselbe Rolle spielt

sicher auch die äussere Cuticula der Trematoden und Cestoden. Ferner verleiht das mehr oder weniger compakte Körperparenchym dem Körper in ähnlicher Weise ein festeres Gefüge, eine grössere Consistenz, wie das Gallertgewebe der Cnidarien.

VI. Die Muskulatur.

Die gesammten Muskelelemente der Plathelminthen können wir in folgenden 2 Hauptgruppen unterbringen: 1. die allgemeine Körpermuskulatur und 2. die besondere Muskulatur der Organe, z. B. des Darmkanals, der Begattungsapparate u. s. w. Die letztere können wir hier nicht berücksichtigen, da sie in jedem einzelnen der so ausserordentlich zahlreichen Fälle der speciellen Leistung des Organes angepasst ist. Auch die allgemeine Körpermuskulatur verhält sich durchaus nicht so gleichmässig, dass ein allgemein gültiges Schema aufgestellt werden könnte. Sie zerfällt selbst wieder 1. in die Hautmuskulatur und 2. in die dorso-ventrale Muskulatur. Die erstere liegt unter der Basalmembran der Haut oder unter der äussern Cuticula; die letztere geht quer durch das Parenchym zwischen den verschiedenen Organen hindurch und verbindet gegenüberliegende Stellen der Basalmembran oder der Cuticula.

1. Die Hautmuskulatur setzt sich aus meist deutlich gesonderten Schichten zusammen. In jeder dieser Schichten verlaufen alle Fasern nach einer bestimmten Richtung. Man unterscheidet Längsfaserschichten, Querfaserschichten und Diagonalfaserschichten. Die Diagonalfaserschicht ist natürlich immer doppelt. Auch die Längs- und Querfaserschichten können doppelt vorkommen. Die meisten, 5 oder 6 Schichten finden wir bei den Polycladen; bei den Tricladen wird die Zahl derselben geringer; wir finden hier äussere Ringfasern und innere Längsfasern, zwischen welche sich noch Diagonalfasern einschieben können. Aehnlich verhalten sich die Rhabdocoelidea, bei denen die Muskulatur unter allen Turbellarien am schwächsten ist. — Gewöhnlich ist sie auf der Rückenseite viel schwächer als auf der Bauchseite, mit der die Thiere wie mit einer Sohle kriechen. Es können dorsal einzelne Muskelschichten ganz in Wegfall kommen. Bei den Turbellarien scheint die Diagonalfaserschicht immer zwischen den andern Muskelschichten zu liegen.

Die Schichtenfolge der Hautmuskulatur ist bei den Trematoden folgende: zu äusserst liegt die Ring- oder Quermuskelschicht; dann folgt eine kräftige Längsmuskelschicht und zu innerst die Diagonalmuskelschicht. Bei den Cestoden wird die Diagonalfaserschicht ersetzt durch eine kräftige innere Ringmuskelschicht, die ziemlich tief unter der Haut liegt und von der äussern Ring- und der Längsmuskelschicht durch eine Lage von Parenchym getrennt ist.

2. Die dorso-ventrale oder sagittale Muskulatur. Ihre Fasern sind an beiden Enden verästelt (Fig. 47 *d* p. 46) und nehmen einen dorsoventralen Verlauf, indem sie durch das Parenchym hindurch von der Rückenfläche gegen die Bauchfläche hinuntersteigen. Wo Darmäste entwickelt sind, verlaufen die Fasern natürlich zwischen den aufeinanderfolgenden Aesten hindurch und bilden so eine Art von Muskelsepten, die zu dem Negativ der Gastrokanäle das Positiv liefern. Wo, wie bei breit scheibenförmigen Polycladen, die sich verzweigenden

Darmäste vom Magendarm nach allen Seiten gegen die Peripherie ausstrahlen, streben die Septen von der Peripherie mehr oder weniger weit gegen den Magendarm zu vor und wo zahlreiche Paare von seitlichen Darmästen mehr oder weniger regelmässig aufeinanderfolgen, sind sie durch ebenso regelmässige aufeinanderfolgende Muskelsepten oder Dissepimente getrennt. Dies ist der Fall bei langgestreckten Polycladen und Tricladen und zwar ganz besonders bei marinen Tricladen (Gunda), bei denen die seitlichen Darmäste unverzweigt sind. Ueberall wird bei eintretender Geschlechtsreife die Septenbildung mehr oder weniger verwischt durch die Ausbildung der männlichen und weiblichen Keimdrüsen, die sich meist zwischen die Darmäste lagern.

VII. Haftapparate

sind bei den Plathelminthen sehr verbreitet. Eine Abtheilung der Polycladen, die der Cotyleen, ist charakterisirt durch den Besitz eines muskulösen Saugnapfes, der ungefähr in der Mitte der Bauchfläche immer hinter dem Mund und den Geschlechtsöffnungen liegt. Mittels dieses Saugnapfes heften sich die Cotyleen häufig vorübergehend an Gegenständen des Meeresbodens an. Ausserdem besitzen sehr zahlreiche Turbellarien aus den verschiedensten Abtheilungen im Körperepithel besondere Klebzellen mit rauher Oberfläche, vermittelst deren sie sich anheften können.

Ganz besonders stark und in mannigfaltiger Weise ausgebildet sind die Haftapparate bei den parasitischen Trematoden und Cestoden. Sie dienen hier dazu, den Körper entweder äusserlich an der Haut oder innerlich an der Darmwand der Wohnthiere oder Wirthe zu befestigen. Zur Verwendung kommen vor allem Saugnäpfe und Saugscheiben, gestielte und ungestielte, deren Zahl, Form und Anordnung für die Systematik höchst wichtig sind. Wir heben nur das Allerwichtigste hervor:

Bei den digenetischen Trematoden kommen höchstens 2 Saugnäpfe vor (Fig. 106), von denen der eine, in dessen Grunde fast immer der Mund liegt, als Mundsaugnapf (*ms*) am vordern Körperende liegt. Der zweite fehlt entweder (Monostoma) oder liegt in verschieden grosser Entfernung vom Vorderende an der Bauchseite (*bs*) (Distoma) oder am hinteren Körperende (Amphistoma).

Bei den monogenetischen Trematoden kommen häufig zu beiden Seiten des Mundes 2 Saugnäpfe oder Sauggruben vor. Daneben findet sich am hinteren Körperende ein sehr grosser, gestielter Bauchsaugnapf (Tristoma), oder es ist der hintere Körpertheil selbst zu einer grösseren Saugscheibe umgebildet, welche selbst wieder in symmetrischer oder asymmetrischer Anordnung Saugnäpfe in verschiedener Zahl tragen kann (Polystomeae).

Auch in der Klasse der Cestoden bildet das Vorkommen von Saugnäpfen oder Sauggruben (Fig. 117 p. 163) die Regel. Sie liegen hier immer am vordersten Körperende in der Einzahl (Amphilina), in der Zweizahl (Bothriocephalus, Schistocephalus, Triaenophorus), oder in der Vierzahl (Taeniadae, Tetrarhynchidae, Tetraphyllidae). Bei den Tetraphylliden sind sie oft lang gestielt.

Als weitere Verstärkungen der Haftapparate kommen häufig Haken, Leisten, Zähne u. s. w. vor, so am Bauchsaugnapf oder an der Haftscheibe vieler monogenetischen Trematoden, an den Saugnäpfen vieler

Tetraphylliden, oder am vordersten Körperende, dem sogenannten Stirnzapfen (Rostellum) vieler Taeniaden.

Bei den Tetrarhynchiden finden sich am vordersten Körperende 4 mit Widerhaken besetzte Rüssel, die aus besondern Rüsselscheiden vorgestülpt und durch besondere muskulöse Retractoren wieder in die Scheiden zurückgezogen werden können.

VII. Das Nervensystem.

Das Nervensystem ist bei den Plathelminthen vollständig vom Körperepithel losgelöst. Fast alle seine Elemente liegen in oder dicht unter der Hautmuskulatur.

Bei den Polycladen (Fig. 103, p. 140) besteht es aus einem dichten Netzwerk feinerer und gröberer Nerven, das in oder unter der Hautmuskulatur über den ganzen Körper verbreitet, wie die Muskulatur auf der Rückseite schwächer entwickelt ist als auf der Bauchseite. In diesem Geflecht treten besondere starke Nerven hervor, die, von allen Seiten convergirend und dabei immer dicker werdend, sich in einem Nervencentrum, dem Gehirn, vereinigen, das in der Tiefe des Parenchyms unter dem vordern medianen Darmaste zwischen der Mitte und dem Vorderende des Körpers liegt. Je langgestreckter die Polycladen sind, um so näher liegt das Gehirn dem Vorderende und um so mehr treten unter den ursprünglich von allen Seiten nach dem Gehirn convergirenden Hauptstämmen die Längsnerven als besonders lange und kräftige Stämme hervor. Am stärksten sind 2 zu beiden Seiten der Medianlinie verlaufende innere Längsnerven entwickelt; dann 2 laterale äussere Längsnerven und schliesslich 2 dorsale Längsnerven. Vom Gehirn treten besondere Nerven an die Sinnesorgane heran.

Das Gehirn liegt bei allen Polycladen (mit einer einzigen Ausnahme) vor dem Munde. Nur bei Oligocladus liegt es hinter dem Munde über dem Anfangstheil der Pharyngealtasche. Die beiden innern Längsstämme fassen bei dieser Gattung in ihrem Anfangstheil das vorderste Ende der Pharyngealtasche zwischen sich, um erst hinter demselben durch das Commissurengeflecht verbunden zu werden. Gehirn, Anfangstheile der inneren Längsstämme und erste Quercommissur zwischen denselben bilden also einen den vordern Theil der Pharyngealtasche umgreifenden Ring.

Bei den Tricladen (Fig. 104, p. 141) liegt das Gehirn immer weit vorn. Besonders starck sind die ventralen inneren Längsstämme entwickelt, die einerseits durch ein Geflecht von Commissuren verbunden sind, anderseits nach aussen anastomosirende Zweige abgeben. Bei Gunda sind sowohl die nach aussen abgehenden Aeste als die Commissuren sehr einfach und regelmässig und entsprechen der Zahl nach den aufeinanderfolgenden Paaren seitlicher Darmäste. Es existirt also hier ein schönes, typisches Strickleiternervensystem.

Bei den Rhabdocoeliden (Fig. 105, p. 141) tritt uns das Nervensystem meist in einfacherer Form entgegen. Es besteht aus dem im vorderen Körpertheile gelegenen Gehirn, davon ausgehend 2 ventralen Längsnerven und mehreren kleineren, sich im vorderen Körpertheil ausbreitenden Nerven. Commissuren zwischen den Längsnerven scheinen in grösserer Anzahl nur bei den Monotiden unter den Alloiocoelen vorzukommen, die auch in anderen Punkten eine nahe Verwandtschaft zu den Tricladen zeigen. Bei Mesostoma Ehrenbergii findet sich eine Quercommissur hinter dem Pharynx und bei Microstoma lineare gehen

ausser den Längsnerven vom Gehirn noch 2 Nerven nach hinten, die, den Pharynx umfassend, hinter demselben in einander übergehen.

Den Acoelen sollte nach früheren Beobachtungen ein Nervensystem fehlen; neuerdings ist aber ein ziemlich complicirtes Nervensystem bei denselben nachgewiesen worden. Es besteht aus 2 im vordern Körpertheil hinter einander gelegenen Ganglien (von denen das vordere kleiner ist) und 6 Längsnerven, 2 inneren, 2 mittleren und 2 seitlich am Körperrand verlaufenden. Die 2 inneren entspringen aus dem hinteren Ganglion; die 2 mittleren und 2 äusseren aus dem vorderen Ganglion. Alle 6 Nerven sind mit einander durch rechtwinklig abgehende, selbst wieder anastomosirende Quercommissuren verbunden.

Das Nervensystem der Trematoden (Fig. 106, p. 142) schliesst sich eng an das der Tricladen und Polycladen an. Es besteht aus einem Gehirn, von dem ausser kleinen Nerven, die seitwärts und nach vorn verlaufen, 6 Nervenstämme nach hinten verlaufen, nämlich 2 dorsale, 2 innere ventrale und 2 äussere ventrale. Die 2 dorsalen sind unter sich und mit den seitlichen, die seitlichen mit den dorsalen und letztere wiederum unter sich durch mehr oder weniger zahlreiche Quercommissuren verbunden, die selbst wieder mit einander anastomosiren können. So verhält sich das Nervensystem vornehmlich bei ectoparasitischen Trematoden (Tristoma) und bei Distoma isostomum. Bei vielen andern Trematoden, vielleicht den meisten Distomaarten, scheint aber das Commissurensystem rückgebildet und scheinen von den 6 Längsnervenstämmen, ähnlich wie bei vielen Rhabdocoelen, nur die inneren ventralen Längsnerven kräftig entwickelt zu sein.

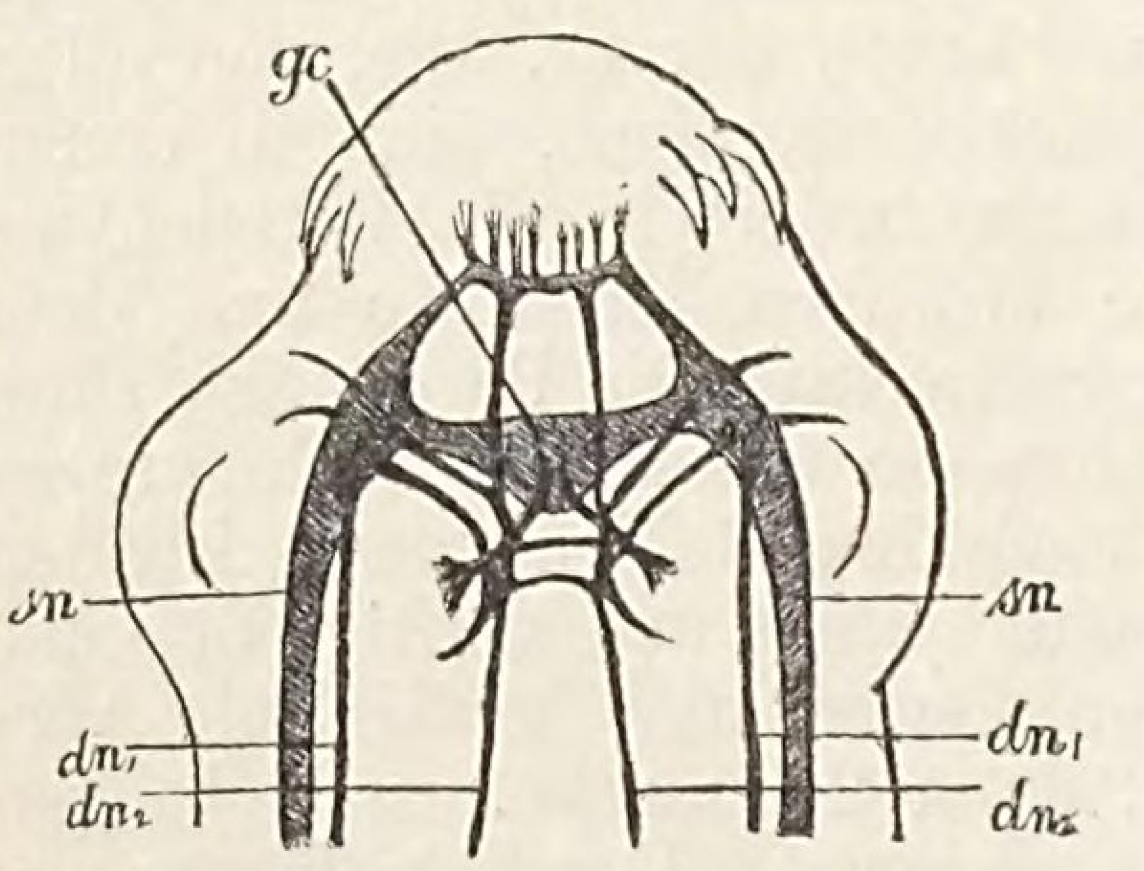


Fig. 107. **Nervensystem im Scolex eines Bandwurms (Taenia serrata),** nach Niemic. Von den 8 schwächern Längsnerven sind nur die 4 der einen Seite dn_1, dn_2 gezeichnet. *sn* Seitennerven, *gc* Haupt- oder Gehirncommissur.

Das Gehirn liegt bei sämmtlichen Trematoden über dem Munde; wo der Mund im Grunde des Mundsaugnapfes sich befindet, spannt es sich als eine Querbrücke über den vordersten Theil des Pharynx aus.

Das Nervensystem von Amphiline stimmt ganz mit dem der Distomiden überein.

Das Nervensystem der typischen Cestoden (Fig. 107) besteht aus 2 seitlichen Längsstämmen, die den ganzen Körper durchziehen und am vordersten Ende im Scolex durch eine Hauptcommissur (Gehirncommissur) verbunden sind. Ausserdem existiren meist noch mehrere, häufig 8 Längsnerven, die sich aber nicht über den Scolex hinaus nach hinten erstrecken und ferner noch Nerven, welche an die Saugnäpfe, an die Haken, an die 4 muskulösen Rüsselbulben der Tetrarhynchiden u. s. w. abgehen. Abgesehen von der Gehirncommissur, stehen alle diese Nerven im Scolex noch in complicirter Weise durch ringförmige, viereckige, polygonale oder kreuzförmige Commissuren in Verbindung. In den Gliedern (Proglottiden) sind bis jetzt keine Commissuren zwischen den Längsstämmen beobachtet worden.

Das Gehirn (Gehirnganglion, Gehirncommissur) der Plathelminthen ist nicht ausschliesslich als Centralnervensystem zu betrachten, da auch in den grössern Nervenstämmen mehr oder weniger zahlreiche Ganglienzellen vorkommen, besonders an den Verzweigungs- und Kreuzungsstellen (an den Abgangsstellen der Nerven und Commissuren). So finden sich bei manchen Tricladen die Ganglienzellen in den ventralen Längsstämmen des Strickleiternervensystems hauptsächlich an den Abgangsstellen der Quercommissuren. Wir schöpfen daraus die Vermuthung, dass die Doppelganglien der Bauchganglienkette der Würmer aus den Knotenpunkten eines Strickleiternervensystems hervorgegangen sind.

Das Nervensystem der Plathelminthen ist nach unserer Ansicht vergleichend-anatomisch von der grössten Bedeutung, weil es sich einerseits an das der Cnidarien anschliesst, anderseits bei manchen Gruppen sich nach einer Richtung umbildet, die auf das Nervensystem der Würmer und vielleicht auch der niedersten Mollusken hinweist. Ueberblicken wir die Verhältnisse unbefangen, so erscheint uns Folgendes für das Nervensystem der Turbellarien und auch der Trematoden charakteristisch. 1. Die Anordnung des Nervensystems in Form eines Nervenplexus überall unter der Haut dorsalwärts, wie ventralwärts, in engem Anschluss an die zu innervirende Muskulatur. In diesem Verhalten erkennen wir eine grosse Uebereinstimmung mit den höhern Cnidarien. 2. Die Ausbildung eines Centralorganes (Gehirn). Wir haben bei den Cnidarien gesehen, dass sich Nervencentren in engem Anschluss an die Sinnesorgane bilden, was a priori verständlich ist, denn im Nervencentrum vollzieht sich die Communication der sensiblen mit den motorischen Nerven oder Nervenfasern. Nun zeigt der feinere Bau des Gehirns der Plathelminthen auf das unzweideutigste, dass dasselbe weiter nichts ist als eine besonders entwickelte Stelle des Nervenplexus, in welchem sich motorische und sensible Nerven vereinigen. Die Sinnesorgane werden — im Zusammenhang mit der Ausbildung der bilateralen Symmetrie — immer mehr auf den vordern, beim Kriechen vorangehenden Körpertheil localisirt und es muss deshalb auch der centralisirte Nervenplexus (oder mit andern Worten das Gehirn), in welchem motorische und sensible Fasern sich vereinigen, den Sinnesorganen folgend, immer mehr gegen das vordere Körperende vorrücken.

Bei Acoelen finden wir 2 Gehirncentren, bei Cestoden verschiedene, oft recht complicirte Commissuren zwischen den Nerven im Scolex, die wohl alle zusammen als Gehirn bezeichnet werden müssen; bei gewissen Land-Tricladen kann man als Gehirn nur eine nicht scharf abgegrenzte Strecke der Längsnerven im vordern Körpertheil bezeichnen, in welcher die Ouercommissuren besonders dicht gedrängt liegen und in welche auch die sensiblen Nerven einmünden.

Als ursprüngliche Lage des Gehirns müssen wir die in der Mitte der Rückenfläche bezeichnen, mit Hinblick auf das Verhalten der Ctenophoren, Coeloplana und Ctenoplana, bei denen an dieser Stelle der Sinneskörper entwickelt ist.

Die Ausbildung eines Centraltheiles hat zur nothwendigen Folge, dass die peripheren Nerven in dem Maasse, als sie diesem Theile zustreben, zu immer stärker werdenden Stämmen zusammenfliessen, die schliesslich in das Gehirn eintreten. Die Verlagerung des Gehirns an das vordere Körperende hat zur Folge, dass die nach hinten abgehenden Nerven immer stärker werden, während die seitlichen und vorderen kürzer und dünner werden. Die stärkere Entwickelung der Muskulatur auf der Kriechfläche hat eine stärkere Entwickelung der ventralen Stämme zur Folge. Die Streckung des Körpers

ferner bedingt ein Zurücktreten der äussern Längsnervenstämme, so dass schliesslich die beiden innern Längsnerven als Hauptstämme zurückbleiben, die von Anfang an sehr kräftig sind, weil sie die zwischen ihnen in der Medianlinie liegenden wichtigsten muskulösen Organe (Pharynx, Begattungsapparate, Saugnäpfe) zu innerviren haben. So stellt sich schliesslich selbst das Verhalten des regelmässigen Strickleiternervensystems von Gunda als ein specielles Verhalten dar, ableitbar von einem allgemeinen Nervenplexus in der Haut, bedingt durch Streckung des Körpers, Localisation der Sinnesorgane am vordern Körperende und starke Entwickelung der Muskulatur auf der Bauchfläche.

Das Gehirn erscheint bei den Plathelminthen um so mehr als aus 2 seitlichen, durch Faserbrücken verbundenen Hälften oder Ganglien bestehend, je kräftiger die beiden Längsstämme des Nervensystems im Vergleich zum Gesammtnervensystem entwickelt sind.

VIII. Die Sinnesorgane.

Von Sinnesorganen kommen bei Plathelminthen vor: Organe, die ihrer Struktur nach entweder als Augen, oder als Hörorgane, oder als Tastorgane gedeutet werden. Zu ihnen gehören auch Flimmergruben, deren Funktion unbekannt ist. Sie werden von Manchen als Geruchsorgane gedeutet. Die Ausbildung der Sinnesorgane steht in direkter Beziehung zur Lebensweise. Am besten sind sie bei den freilebenden Turbellarien entwickelt. Bei den parasitischen Trematoden beginnt ihre Rückbildung, die Cestoden besitzen keine specifischen Sinnesorgane mehr.

A. Augen

kommen bei den meisten Turbellarien und ectoparasitischen Trematoden vor. Bei den erwachsenen endoparasitischen Trematoden fehlen sie, finden sich hingegen bei ihren, wenigstens temporär freilebenden Jugendformen.

Alle Polycladen besitzen Augen in grösserer Anzahl, oft viele Hundert. Ueber ihre Anordnung bemerken wir Folgendes. Immer findet sich eine Gruppe von Augen über dem Gehirn und in den Tentakeln. Viele Formen besitzen ausserdem noch Augen am vordern oder am ganzen Körperrand. Bei den Tricladen finden sich entweder 2 Augen nahe dem Vorderende, oder zahlreiche Augen am ganzen oder nur am vordern Körperrand. Bei den Rhabdocoeliden liegen gewöhnlich 2 oder 4 Augen (seltener ein unpaares Auge) direkt an und über dem Gehirn. Dieselbe Lage zeigen die 4 Augen der ectoparasitischen Saugwürmer und die 2 Augen der freilebenden Larven der endoparasitischen Trematoden.

Bei sämmtlichen Plathelminthen (mit Ausnahme der Acoelen und Microstomiden) liegen die Augen unter dem Epithel im Parenchym, bei den Rhabdocoelen und Trematoden direkt am oder im Gehirn. Doch ist, wenigstens für die Polycladen, der ontogenetische Nachweis erbracht, dass die zuerst auftretenden Augen im Ectoderm des Embryo entstehen und erst secundär in die Tiefe wandern.

Die Augen sind bei manchen Rhabdocoeliden einfache Pigmentflecke; bei andern kommt ein lichtbrechender Körper dazu. Die Augen der Tricladen, Polycladen und ectoparasitischen Trematoden sind etwas complicirter. Sie bestehen aus einem (oft einzelligen) Pigmentbecher, an dessen Mündung ein oder mehrere Nerven- oder Retinazellen als

percipirende Elemente liegen. In der Höhlung des Augenbechers liegen homogene, kernlose Stäbchen oder Keulen, wahrscheinlich Fortsätze der Retinazellen. Mit der Gruppe von Retinazellen verbindet sich ein feiner Augennerv. Bei den Polycladen, wo zahlreiche Augen vorhanden sind, verzweigen sich die aus dem Gehirn austretenden Sinnesnerven und geben je ein Aestchen an jedes einzelne Auge ab.

B. Gehörorgane

sind bei den Plathelminthen wenig verbreitet. Sie kommen nur bei den Rhabdocoeliden und hier fast ausschliesslich in der Abtheilung der Acoelen und unter den Alloiocoelen in der Familie der Monotiden vor. Sie sind immer in der Einzahl vorhanden, liegen dem Gehirn an und bestehen aus einem kleinem, kugeligen, mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen und einem von diesem eingeschlossenen Otolithen oder Gehörsteinchen (gebildet aus kohlensaurem Kalk und einer organischen Grundlage).

C. Tastorgane

sind bei den Turbellarien allgemein verbreitet. Zunächst ist überall die ganze Haut sehr empfindlich. Sie verdankt dies der Anwesenheit zarter Tastborsten oder Büschel unbeweglicher Tasthaare, welche vornehmlich an den exponirten Körperstellen, am Körperrande (zumal am vordern) und an den Tentakeln in grösserer Zahl vorkommen. Vielleicht stehen auch die Rhabditen im Dienste der Tastempfindung. Als specifische Tastorgane sind ganz besonders die Tentakel zu erwähnen, die bei sehr vielen Polycladen, seltener bei Tricladen und Rhabdocoeliden vorhanden sind. In der Polycladenfamilie der Planoceriden finden wir auf der Rückenfläche zwischen der Mitte und dem Vorderende 2 seitliche, bewegliche, griffelförmige, solide Tentakel (Fig. 103 *t* p. 140), die bisweilen in vorübergehende Einsenkungen der äussern Haut zurückgezogen werden können. Sie können direkt mit den Tentakeln von Coelo- und Ctenoplana verglichen werden, unterscheiden sich aber von diesen und von den Senkfäden der Ctenophoren 1. dadurch, dass sie aus der Mitte der Rückenfläche mehr oder weniger weit nach vorn gerückt sind und, 2. dadurch, dass sie keine Seitenäste tragen. Bei den Pseudoceriden und Euryleptiden kommen am Vorderrande des Körpers tentakelartige Faltenbildungen des blattförmigen Körpers vor, in welche sich meist Darmästchen hineinerstrecken. Auch bei einzelnen Tricladen und bei Vorticeros unter den Rhabdocoeliden sind fühlerähnliche Hervorragungen oder Verdickungen am vordern Körperende beschrieben worden.

Ein hochentwickeltes specifisches Tastorgan ist der sogenannte Rüssel, welcher die Rhabdocoelenfamilie der Proboscidea auszeichnet. Das vordere Körperende mancher Turbellarien ist sehr retractil; es kann bei Mesostoma rostratum fernrohrartig zurückgezogen und vorgestreckt werden. Aus einem solchen Verhalten ist nun die dauernde Einrichtung der Probosciden abzuleiten. Der Rüsselapparat dieser Thiere besteht aus einer Einstülpung am vordern Körperende, auf welche sich das äussere Körperepithel fortsetzt. Diese Einstülpung kann ausgestülpt und durch besondere Retractoren wieder zurückgezogen werden. Die Einstülpung sowohl wie die sich an sie ansetzenden Retractoren sind von einer sackartigen Muskelhülle umgeben, bei deren Contraction sich der Rüssel ausstülpt. Fig. 108 A, B, C führt uns den Rüssel in verschiedenen Stadien der Ausstülpung vor. Der ganze Apparat zeigt

eine nicht zu verkennende Uebereinstimmung mit jedem einzelnen der 4 Rüssel der Tetrarhynchiden und dem später zu besprechenden Rüssel der Nemertinen.

Bei den Trematoden erscheint die Tastempfindung besonders auf die Saugnäpfe localisirt.

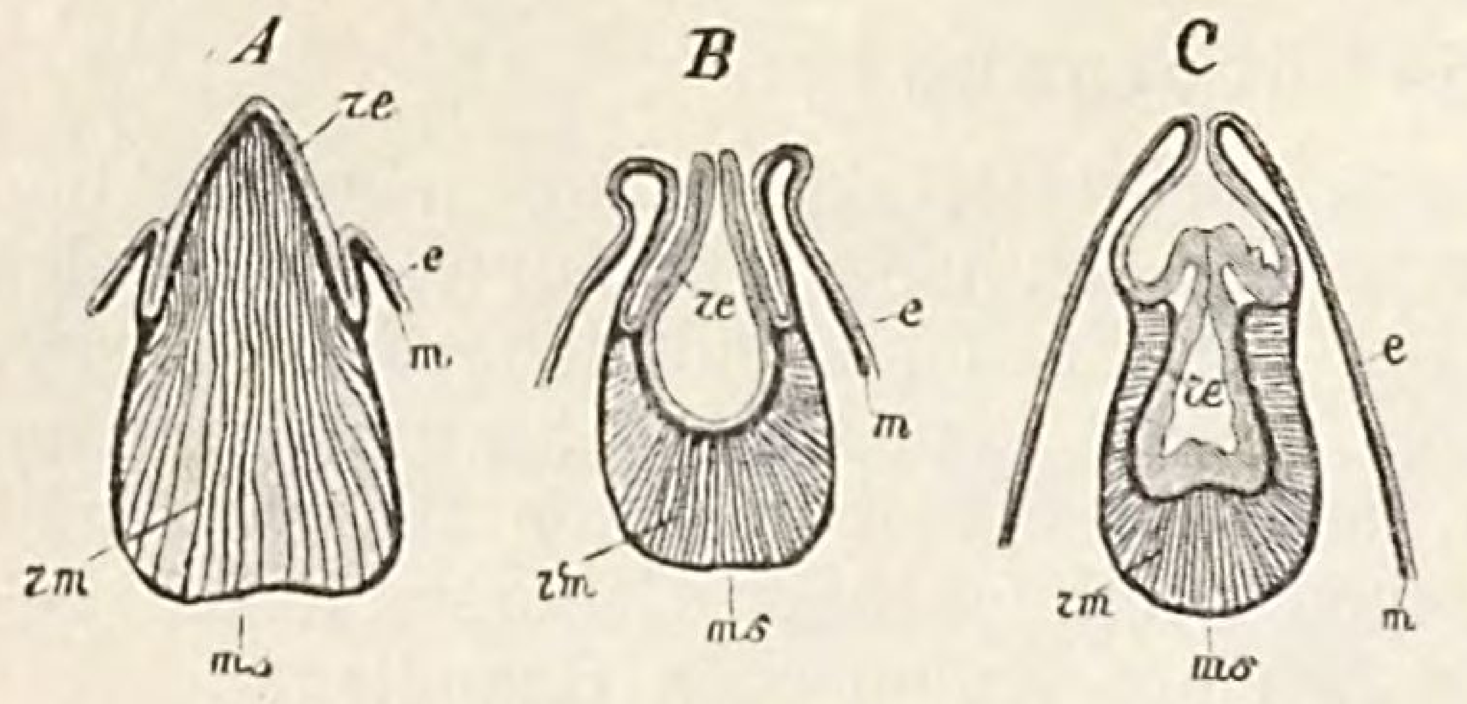


Fig. 108. **Rüssel von Macrorhynchus croceus.** *A* In vorgestrecktem, *B* in halb vorgestrecktem, *C* in zurückgezogenem Zustande (nach v. Graff). *re* Rüsselepithel, welches eine Fortsetzung des Körperepithels *e* ist. *ms* Muskelhülle, welche den Rüssel gegen das Körperparenchym abgrenzt, *m* Hautmuskelschicht, *rm* Zurückziehmuskeln des Rüssels.

D. Wimpergrübchen.

Bei gewissen Rhabdocoeliden, nämlich den Microstomiden, Prorhynchiden und Plagiostomiden kommen 2 paarige, seitlich am Körper in der Höhe des Gehirns liegende, stärker bewimperte Hautgrübchen vor, an die sich vom Gehirn aus ein Nerv begiebt. Sie sind als Riechgrübchen gedeutet worden. Auch bei Tricladen sind ähnliche stärker wimpernde Stellen im Epithel des Kopfendes beobachtet worden, an welche besondere Sinnesnerven herantreten. Bei Bipalium, einer Landtriclade, kommen von besondern Nerven innervirte Grübchen in grosser Anzahl am ganzen vordern Rande des halbmondförmig verbreiterten vordern Körperendes vor. Ob eine Wimperfurche, welche bei allen Polycladen dem vordern Körperrande entlang im Epithel der Bauchseite verläuft, zu den hier besprochenen Bildungen gehört, lässt sich jetzt noch nicht entscheiden.

IX. Das Körperparenchym (Reticulum).

Der ganze Raum zwischen Leibeswand und Gastrokanalsystem wird, sofern er nicht durch specifische Organe erfüllt ist, eingenommen durch ein zelliges Bindegewebe, dessen Structur im Einzelnen sehr verschiedenartig ist. Dieses Bindegewebe, das dem Gallertgewebe der höhern Cnidarien entspricht, wird als Parenchym oder Reticulum bezeichnet. Durch das Auftreten zahlreicher mit Flüssigkeiten erfüllter Vacuolen wird es häufig fein lacunär. Die Lacunen können zu flüssigkeitführenden Spalträumen zusammenfliessen, die meist klein bleiben und nur bei einzelnen Rhabdocoelen so ansehnlich werden, dass sie grössere, von einer periviszeralen Flüssigkeit erfüllte Hohlräume darstellen. In solchen Fällen kann dann das Körperparenchym die Beschaffenheit einer innere Organe epithelartig überziehenden Membran annehmen. Bei den Acoelen kennt man kein vom Darm gesondertes Parenchym, bezeichnet vielmehr die den ganzen Körper, abgesehen von den specifischen Organen, erfüllende Masse sternförmiger Zellen als verdauendes Parenchym.

X. Das Exkretions- oder Wassergefässsystem

ist für die Plathelminthen sehr charakteristisch und bis jetzt nur bei den Acoelen unter den Rhabdocoeliden vermisst worden. Es besteht aus einem System im Parenchym und zwischen den Muskeln sich verästelnder, sehr feiner, wasserklarer Kanälchen (Exkretionscapillaren), die in ein System weiterer, ebenfalls wasserklarer Kanäle einmünden, die sich in verschiedener Weise nach aussen öffnen. An der Bildung der äusserst dünnen Wandungen der Capillaren nehmen nur wenige Zellen Theil, so dass die in der Wand liegenden Kerne in grossen Abständen liegen und auf einem Querschnitt eines Kanales die das centrale Lumen umschliessende Wand einer einzigen Zelle angehört. Die Capillaren stellen deshalb Durchbohrungen von linearen Zellreihen dar und werden als intracellulär bezeichnet. Dagegen scheinen die weitern Kanäle wenigstens bei den Cestoden von einem feinen Epithel ausgekleidet, also intercellulär zu sein. Am blinden Ende einer jeden Exkretionscapillare wird der Verschluss durch eine Zelle (Fig. 109) gebildet, welche feine in das Parenchym hineinverlaufende Plasmafortsätze besitzt. In dieser Zelle, welche an ihrer gegen das Lumen der Capillare gerichteten Oberfläche ein Büschel feiner, schwingender Cilien (Wimperflamme) trägt, die in das Lumen hineinragen, sammeln sich Exkretionsstoffe (Tröpfchen, Körnchen etc.) an, die aus der Zelle in die Capillare entleert werden. Aus den Capillaren werden die Exkretionsprodukte theils durch die Bewegung der erwähnten Cilien, theils vielleicht auch durch selbständige Contractionen der Kanäle in die weitern Gefässe und von da nach aussen befördert. Bisweilen kommen auch in den seitlichen Wandungen der Capillaren und grössern Kanäle Wimperflammen vor, die auf die Wandung bildenden Exkretionszellen aufsitzen. Bisweilen zeigen die grossen Kanäle ein continuirliches Wimperkleid. Es ist nicht unmöglich, dass der grösste Theil der die Kanäle erfüllenden wasserklaren Flüssigkeit von aussen aufgenommenes Wasser ist, welches gelegentlich nach aussen entleert und wieder aufgenommen werden kann. In dieser Weise kann vielleicht das Wassergefässsystem auch respiratorische Funktionen vermitteln.

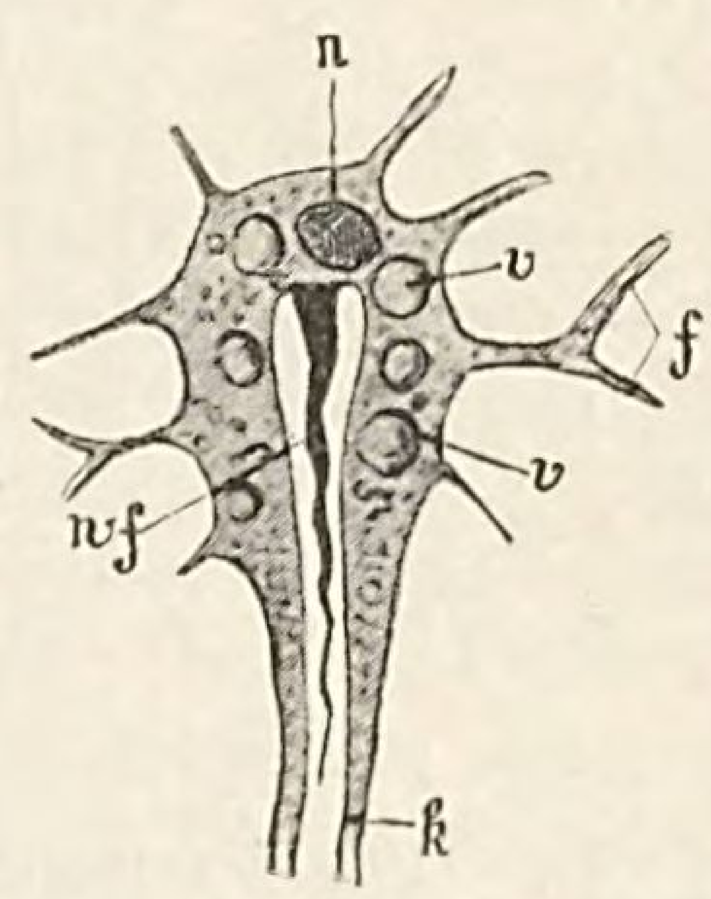


Fig. 109. Exkretionszelle am Ende eines feinen Exkretionskanales (*k*) **einer Turbellarie.** *n* Kern, *v* Vacuolen, *f* Fortsätze der Zelle, *wf* Wimperflamme.

Das ganze Wassergefässsystem zeigt eine entschiedene Aehnlichkeit mit einer mächtig entwickelten Hautdrüse, welche sich, wie dies bei den Plathelminthen so häufig vorkommt (Schleimdrüsen der Haut, Stäbchendrüsen, accessorische Drüsen der Begattungsapparate), tief unter die Haut in das Parenchym eingesenkt hat. Die Exkretionszellen wären dann als Drüsenzellen, die Kanäle als Drüsenausführungsgänge zu betrachten. Wir wagen es in der That, das Wassergefässsystem als eine Hautdrüse aufzufassen, welche die specielle Funktion der Exkretion übernommen hat. Bei der starken Entwickelung des Parenchyms und überhaupt der mittleren Körperschicht, und bei dem Fehlen einer Leibeshöhle ist diese Drüse genöthigt, die Exkretionsprodukte überall im Körper aufzusuchen; daher die starke Verästelung derselben.

Ueber die Anordnung der Hauptkanäle und ihre Ausmündung (Fig. 110) nach aussen bemerken wir Folgendes.

Bei den Polycladen ist darüber noch nichts ermittelt.

Bei den Tricladen (Fig. 110 C) verläuft im Körper jederseits ein Hauptkanal (oder 2 Hauptkanäle, ein ventraler und ein dorsaler, beide sind durch Kanäle verbunden, Gunda), der sich auf der Rückseite des Körpers vermittelst besonderer Aeste durch ziemlich zahlreiche, hinter einander liegende Exkretionsporen nach aussen öffnet. Diese Poren sind wenigstens bei Gunda ziemlich regelmässig angeordnet und entsprechen der Zahl nach der Zahl der seitlichen Darmdivertikel, der Quercommissuren des Nervensystems, kurz, der Zahl der sich von vorn nach hinten regelmässig wiederholenden paarigen Organe.

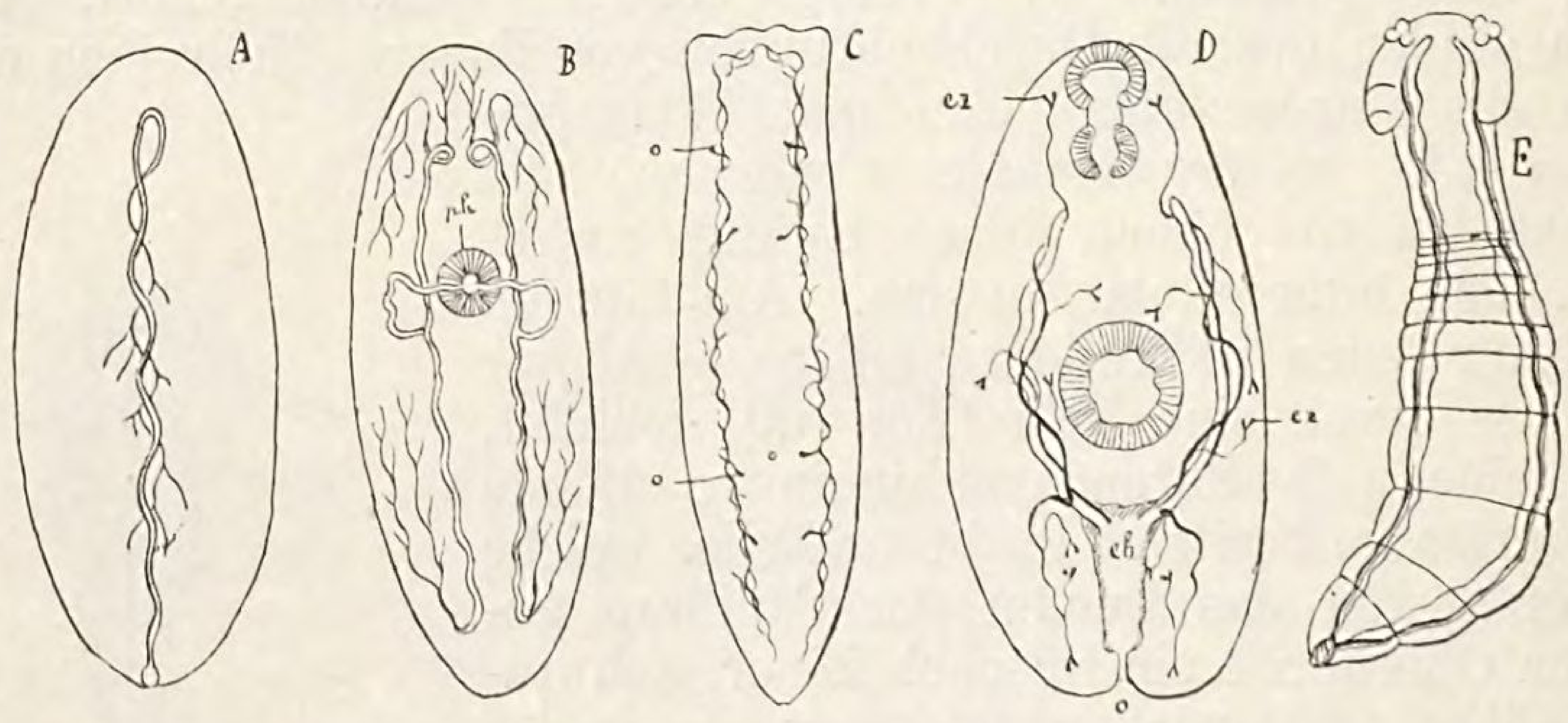


Fig. 110. **Wassergefässsystem verschiedener Plathelminthen.** *A* von **Stenostoma**. *B* von **Mesostoma** nach v. GRAFF. *C* **Dendrocoelum** nach IJIMA. *D* **Distomum divergens** nach FRAIPONT. *E* **Phyllacanthide** nach PINTNER. *ph* Pharynx, *o* Ausmündungen, *ez* Exkretionszellen (Endzellen), *eb* contractile Blase.

Bei den Rhabdocoeliden können wir 3 Haupttypen unterscheiden.

A. Es existiren zwei seitliche Hauptgefässe, die getrennt auf der Bauchseite nach aussen münden, und zwar a) im mittleren oder vordern Körpertheil durch besondere von ihnen abgehende, direkt nach aussen mündende quere Endstücke (Prorhynchidae), oder b) durch 2 Queräste, die in die Pharyngealtasche einmünden (Fig. 110 *B*) (Mesostomiden, Vortex?), oder c) direkt durch 2 am hintern Körperende liegende Oeffnungen.

B. Es existiren 2 Längsstämme, die durch ein gemeinsames Endstück am hintern Körperende nach aussen münden (manche Vorticidae, Proboscidae).

C. Es existirt ein einziger medianer Hauptstamm mit Ausmündung am Hinterende des Körpers (Stenostoma unter den Microstomiden) (Fig. 110 *A*).

Auch bei den Trematoden finden wir typisch 2 Längsstämme, die entweder durch Vermittlung einer gemeinsamen contractilen Endblase von sehr verschiedener Grösse am hintern Körperende nach aussen münden (digenetische Trematoden: Distoma, Monostoma) (Fig. 110 *D*) oder getrennt durch 2 erweiterte Endstücke im vordern Körpertheile dorsalwärts sich nach aussen öffnen.

Bei Distoma hepaticum findet sich ein weiter und grosser medianer Längsstamm, der sich ziemlich weit nach vorn erstreckt und in den sich von allen Seiten Sammelkanäle ergiessen. Die äussere Mündung liegt am hintersten Körperende.

Bei den Cestoden (Fig. 110 *E*) existiren im einfachsten Falle jederseits 2 den ganzen Körper durchziehende Längsstämme, die vorn im Scolex durch eine Schlinge in einander übergehen. Am hintersten Ende des Körpers (am Hinterende des ältesten Gliedes) münden alle vier Stämme durch eine contractile Blase nach aussen (Taeniadae, Tetrabothridae, Tetrarhynchidae). Bei den Bothriocephaliden, Caryophylliden und Liguliden vermehrt sich die Zahl der Längsstämme auf 10—24, die in bestimmter Weise durch Anastomosen verbunden sind. Eine contractile Endblase, in welche alle Längsstämme einmünden, kommt nur am Ende des ältesten Gliedes des Bandwurmes vor; an allen andern Gliedern münden nach successiver Loslösung der letzten Glieder die Längsstämme direkt für sich nach aussen, oder sie können sich wenigstens theilweise blind schliessen. (Eine Ausnahme von dieser Regel scheint Taenia cucumerina zu bilden, bei der sich in dem Maasse, als sich hinten Glieder ablösen, an den vor ihnen liegenden Gliedern je eine neue contractile Endblase bildet.) Bei manchen Cestoden sind ausser den terminalen Mündungen des Wassergefässsystems nock sekundäre besondere Ausmündungen, gewöhnlich in grösserer Zahl beobachtet worden. Es sind Kanäle, welche rechtwinklig von den weitesten Kanälen abgehen und sich durch Poren nach aussen öffnen. Diese sekundären Mündungen finden sich gewöhnlich nur am vordersten Körperende, am Scolex (bei Triaenophorus, manchen Taenien und Tetrarhynchen), seltener auch in den Proglottiden (Bothriocephalus punctatus und vereinzelte andere Formen).

Die grössern Kanäle zeigen bei sehr vielen Plathelminthen, ganz besonders aber bei den Cestoden, eine Tendenz zur Inselbildung. Sie lösen sich dann in ein mehr oder minder complicirtes Anastomosennetz auf. Es ist wahrscheinlich, dass die zahlreichen durch Anastomosen verbundenen Längsstämme der oben erwähnten Cestoden durch Inselbildung aus wenigen Längsstämmen (4) hervorgegangen sind.

XI. Die Geschlechtsorgane.

Sämmtliche Plathelminthen mit Ausnahme der Gattungen Microstoma und Stenostoma unter den Rhabdocoelen und von Distoma haematobium unter den Trematoden sind Zwitter. Doch entwickeln sich die männlichen Geschlechtsprodukte fast überall früher als die weiblichen, eine Erscheinung, die man mit dem Namen des proterandrischen Hermaphroditismus belegt hat. Sowohl weibliche als männliche Geschlechtsapparate bestehen 1. aus den dem Körperparenchym eingebetteten Bildungsstätten der Geschlechtsprodukte (Ovarien und Hoden), 2. aus besondern Kanälen, Ausführungsgängen, welche die Geschlechtsprodukte von ihren Bildungsstätten wegleiten zu 3. den äussern Begattungsapparaten. Wir wollen diese 3 Theile nach einander besprechen.

A. Die Bildungsstätten der Geschlechtsprodukte.

I. Die weiblichen Keimdrüsen. Sie treten uns bei den Plathelminthen in zweifacher Weise entgegen. Erstens, und dieses ist das einfachere und gewiss auch ursprünglichere Verhalten, als einfache Eierstöcke oder Ovarien, in denen die Eikeime zu Eiern heranreifen, in deren Protoplasma selbst Deutoplasma- oder Nahrungsdotterpartikelchen auftreten. Zweitens, und das ist das abgeleitete Verhalten, in der doppelten Form von Keimstöcken und Dotter-

stöcken. Die Keimstöcke liefern die Eikeime, d. h. die jungen Eizellen. Die Dotterstöcke aber haben die Aufgabe übernommen, diesen Eizellen das für ihre weitere Entwickelung nöthige Nahrungsdottermaterial beizugeben. Die vergleichende Untersuchung hat gezeigt, dass die Dotterstöcke nicht etwa neu auftretende accessorische Drüsen des weiblichen Geschlechtsapparates sind, sondern dass sie umgewandelte, an eine specielle Funktion angepasste Ovarien, oder Theile von Ovarien sind. Dass die Keimstöcke Ovarien sind, braucht nicht hervorgehoben zu werden.

Bei den Polycladen kommen nur Ovarien, keine Dotterstöcke vor. Die Ovarien (Fig. 24 D p. 28) sind rundliche Körper, deren Bau ganz mit dem der weiblichen Gonaden der höhern Cnidarien übereinstimmt. Sie liegen in grosser Anzahl (Fig. 111 *o*) an und zwischen den Darmästen oder Gastrokanälen in den Seitentheilen des Körpers.

Bei den Tricladen finden sich in den abgelegten Eicocons neben wenigen Eiern ausserordentlich zahlreiche Dotterzellen, die den erstern bei ihrer Entwickelung zur Nahrung dienen. Auf diese Erscheinung wird Licht geworfen durch Fälle, die sich z. B. bei Polycladen und Mollusken finden, wo in ein Cocon mehrere Eier abgelegt werden, von denen sich aber meist nicht alle entwickeln, indem die einen früher oder später zerfallen und den andern als Nahrung dienen. So sind vielleicht auch die Dotterzellen in den Tricladencocons als modifizirte Eizellen zu betrachten, die sich nicht mehr entwickeln, sondern den wenigen sich entwickelnden befruchteten Eiern als Nahrung dienen. Diesem Verhalten entsprechend ist auch zwischen den keimbereitenden Organen, den Ovarien, Arbeitstheilung eingetreten; die einen liefern nach wie vor befruchtungs- und entwickelungsfähige Eier, die andern modifizirte, den erstern zur Nahrung dienende, mit Dotter beladene Eizellen, welche nicht mehr befruchtungs-, nicht mehr entwickelungsfähig sind: eben die Dotterzellen. Die erstern sind die Keimstöcke (Fig. 112 *ks*); die letztern die Dotterstöcke (*ds*). Beide sind homologe Gebilde und sehen einander in jungen Zuständen ganz ähnlich. Entsprechend der grossen Zahl von Dotterzellen, welche den Eiern mitgegeben werden, sind die Dotterstöcke viel zahlreicher als die Keimstöcke, von denen nur 2 erhalten bleiben, die, da sie nur dotterlose Eier zu liefern haben, vollständig hinreichen. Sie liegen gewöhnlich im vordern Körpertheil, während die Dotterstöcke überall in den Seitentheilen des Körpers zwischen den Darmästen vorkommen.

Bei den Rhabdocoeliden sind die keimbereitenden Organe der Zahl nach bedeutend reducirt, dagegen im Verhältniss zum Körper gewöhnlich viel grösser als die einzelnen Ovarien der Polycladen. Manche Formen besitzen nur Ovarien. So haben die Acoelen und unter den Rhabdocoelen die Macrostomiden 2 seitliche Ovarien, die Microstomiden nur ein Ovarium. Bei vielen Rhabdocoeliden gelangen sogenannte Keimdotterstöcke zur Ausbildung, indem ein häufig deutlich gesonderter Abschnitt des Ovariums bloss Eikeime, ein anderer bloss Dotter liefert.

Ein einfacher Keimdotterstock kommt vor bei den Prorhynchiden, 2 Keimdotterstöcke besitzen Proxenetes unter den Mesostomiden, Schultzia unter den Vorticiden, Cylindrostoma unter den Plagiostomiden.

Bei der grossen Mehrzahl der Rhabdocoelen und Alloiocoelen aber hat sich eine vollständige Trennung in Keimstöcke und Dotterstöcke

vollzogen. Die Keimstöcke (Fig. 113 *ks*) sind meist klein, kuglig, die Dotterstöcke (*ds*) gross, oft lappig, verästelt oder netzartig. Gewöhnlich sind die Dotterstöcke doppelt; wo sie eine einheitliche, netzartig verästelte Masse darstellen, lässt sich ihre ursprüngliche Duplicität an der Duplicität der Ausführungsgänge erkennen. Der Keimstock kommt doppelt oder in der Eizahl vor.

Einen Keimstock haben die meisten Mesostomiden, Gyrator unter den Probosciden; die meisten Vorticiden, Solenopharynx; zwei Keimstöcke besitzen Promesostoma, die meisten Probosciden, Provortex und Graffilla unter den Vorticiden und die Alloiocoelen.

Getrennte Keim- und Dotterstöcke finden sich bei allen Trematoden und Cestoden. Die Keimstöcke (Fig. 114 und 115 *ks*) sind entweder einfach rundlich, oder gelappt, oder verästelt. Die Dotterstöcke (*ds*) meist (mit Ausnahme der Taenien) sehr umfangreich, netzförmig verästelt oder in eine grosse Anzahl von kleinen rundlichen Körperchen oder Säckchen zerfallen.

Die Trematoden besitzen einen medianen Keimstock und 2 seitliche Dotterstöcke; die Cestoden besitzen 2 Keimstöcke und entweder 2 seitliche Dotterstöcke oder einen kleinen hintern Dotterstock (Taenien).

Fig. 111.

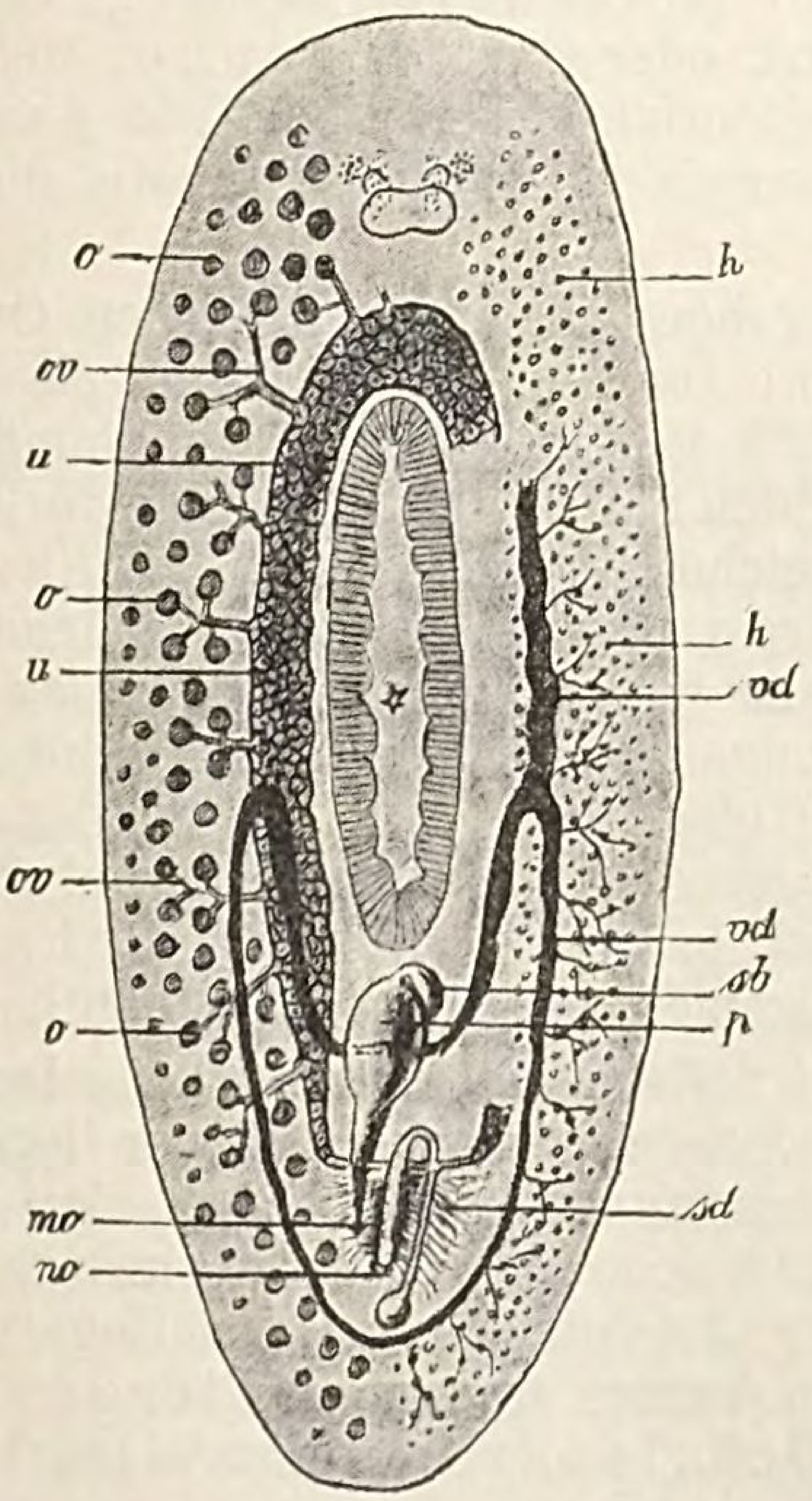


Fig. 112.

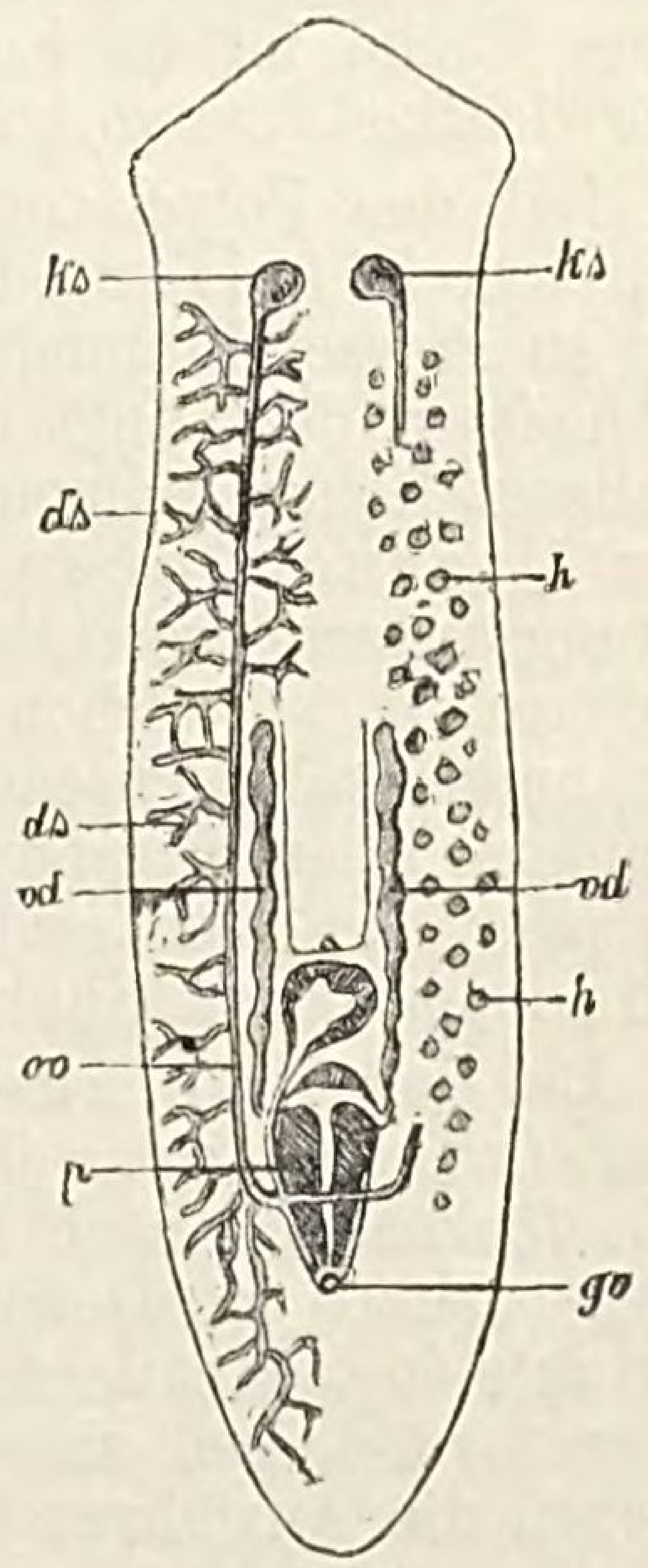


Fig. 111. **Geschlechtsorgane einer Polyclade (Leptoplana).** Links nur die weiblichen, rechts nur die männlichen Organe dargestellt. *o* Ovarien, *ov* Ovidukte, *u* Uterus, *h* Hoden, *vd* Vasa deferentia, *sb* Samenblase, *p* Penis, *sd* Schalendrüse, *mo* männliche, *no* weibliche Geschlechtsöffnung.

Fig. 112. **Geschlechtsorgane einer Süsswasserplanarie (Triclade).** *ks* Keimstöcke, *ds* Dotterstöcke, *h* Hoden, *ov* Ovidukt, *vd* Vasa deferentia, *p* Penis, *go* gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung.

II. Die männlichen Keimdrüsen oder Hoden sind bei den Polycladen (Fig. 111 *h*) in grosser Zahl vorhanden, wie die Eierstöcke. Sie liegen überall in den Seitentheilen des Körpers zwischen und unter den Darmästen. Aehnlich verhalten sich die zahlreichen Hoden der Tricladen (Fig. 112 *h*). Bei Gunda segmentata liegen die Hoden jederseits in einer einfachen Längsreihe in den die aufeinanderfolgenden Darmäste trennenden Dissepimenten. Sie wiederholen sich also ebenso regelmässig im Körper wie die Darmäste, Dissepimente, Quercommissuren des Nervensystems und die äusseren Mündungen des Wassergefässsystems. Bei den Rhabdocoeliden kommen entweder nur 2 Hoden (Fig. 113 *h*) vor (Rhabdocoelen) oder die Hoden zerfallen in zahlreiche im Parenchym zerstreute Läppchen und Bläschen (Acoelen, Alloiocoelen). Fast alle Trematoden (Fig. 114 *h*) besitzen 2 rundliche oder gelappte oder verästelte Hoden, während bei den Cestoden (Fig. 115 *h*) zahlreiche zerstreute Hodenbläschen vorhanden sind.

B. Die Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte.

Die weiblichen Leitungswege. Die weiblichen Geschlechtsdrüsen setzen sich in röhrenförmige Leitungswege fort, welche die Geschlechtsprodukte sammeln und nach aussen weiterleiten. Diese Leitungswege sind entweder Eileiter (Ovidukte), wenn sie von den Ovarien oder Keimstöcken entspringen, oder Dottergänge, wenn sie das in den Dotterstöcken erzeugte Material weiterleiten. Die Anatomie dieser Theile ist im Einzelnen so verschiedenartig, dass wir nur das Allerwichtigste hervorheben können.

Bei den Polycladen (Fig. 111) gehen von den zahlreichen Ovarien zahlreiche Eileiter oder Ovidukte (*ov*) ab, welche, indem sie häufig sich zu grossen Stämmen vereinigen, in geräumigere Röhren einmünden, die meist in der Längsrichtung zu beiden Seiten der Mittellinie verlaufen. In diesen Röhren sammeln sich zahlreiche Eier an, sie sind Eibehälter oder Uterusröhren (*u*). Bei ihrem Eintritt in den weiblichen Begattungsapparat vereinigen sie sich zu einem unpaaren Endstück, den Eiergang, in welchen die fadenförmigen Ausführungsgänge zahlreicher, dem umliegenden Parenchym eingebetteter Drüsen (*sd*) einmünden. Der Complex dieser Drüsen, deren erhärtendes Ausscheidungsprodukt die das oder die Eier umhüllende Eischale liefert, wird als Schalendrüse bezeichnet. Sie kommt fast allgemein bei allen Plathelminthen vor.

Bei den Tricladen (Fig. 112) finden sich zwei seitliche longitudinale Ovidukte (*ov*), welche die Eier von den 2 vorn im Körper liegenden Keimstöcken (*ks*) nach hinten zum Begattungsapparat leiten. Auf ihrem Wege besitzen sie Oeffnungen, durch welche die Dotterstöcke (*ds*) ihre Produkte in sie entleeren. Vor ihrer Ausmündung in den Begattungsapparat vereinigen sie sich zu einem kurzen unpaaren Eiergang, in welchen die Ausführungsgänge der Schalendrüse einmünden.

Bei den Rhabdocoeliden (Fig. 113) sitzen die weiblichen Geschlechtsdrüsen (*ks*) mit ihrem Ende gewöhnlich direkt dem äusseren Begattungsapparat an und öffnen sich in ihn. Häufig vereinigen sich sowohl Dotterstöcke als Keimstöcke vor ihrer Ausmündung zu einem gemeinsamen Endstück. Die Schalendrüse mündet entweder in den äusseren Begattungsapparat oder in eine besondere Aussackung desselben, in welche Eier und Dotter hineinbefördert werden und welche

hier als Uterus bezeichnet wird. Bei den Acoelen und Alloiocoelen konnte kein bestimmter Zusammenhang zwischen Keimdrüsen und Begattungsapparat nachgewiesen werden. Die Geschlechtsprodukte bahnen sich hier durch das Parenchym hindurch ihren Weg zum Begattungsapparat.

Fig. 113.

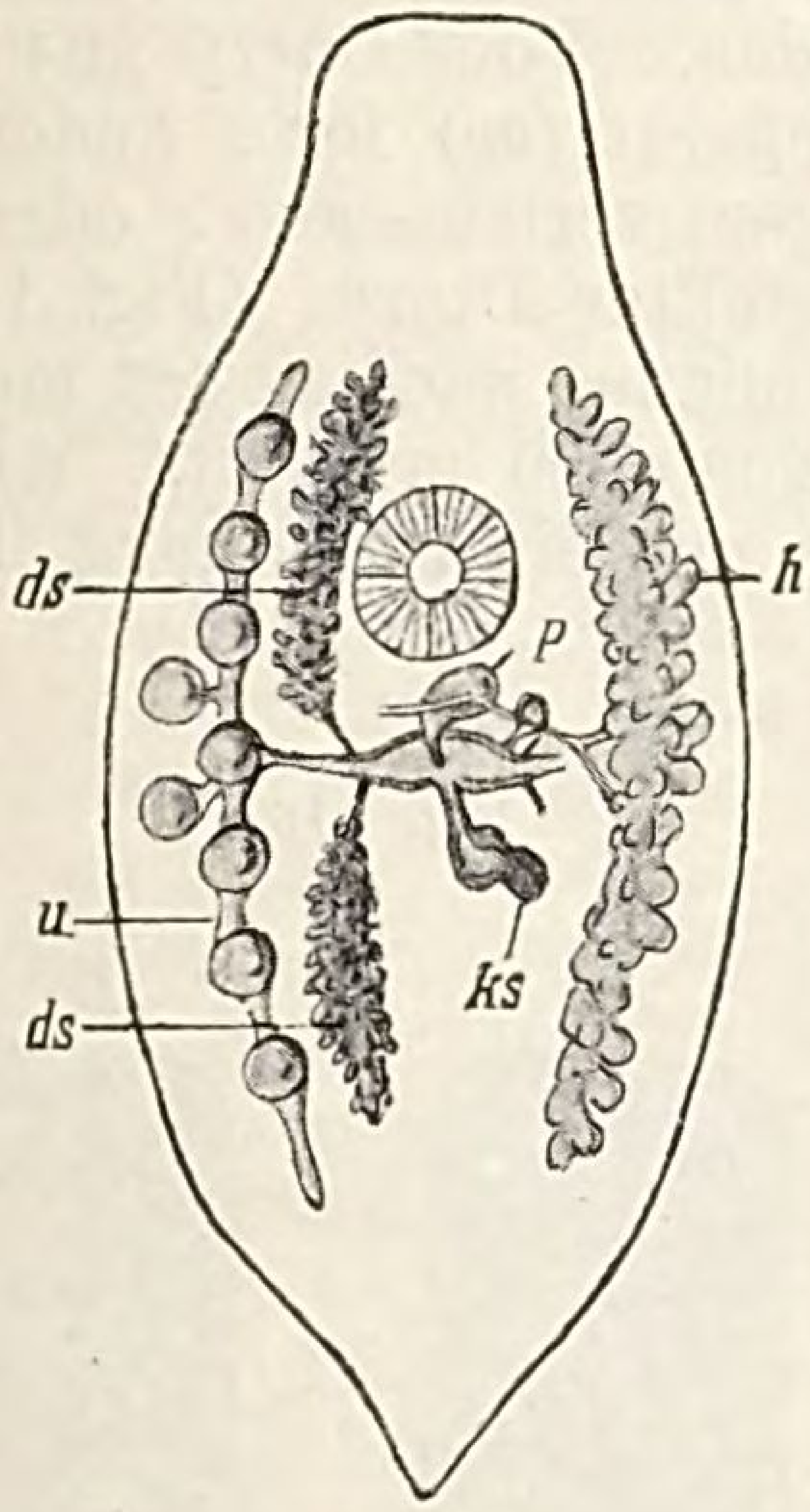


Fig. 114.

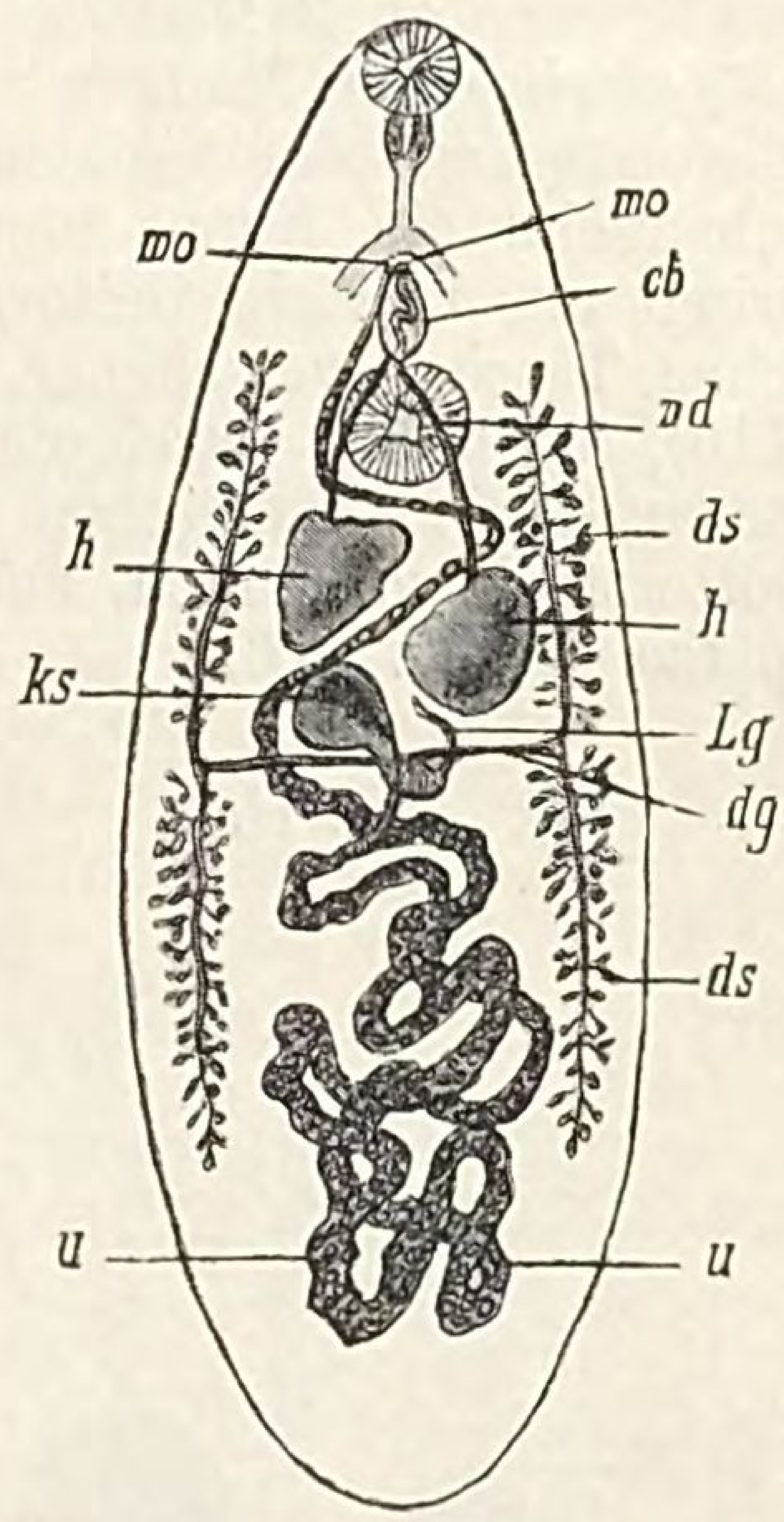


Fig. 113. **Geschlechtsorgane einer Rhabdocoele (Mesostoma Ehrenbergii).** Links ist der Hode, rechts die Dotterstöcke und der Uterus weggelassen. *h* Hode, *ds* Dotterstöcke, *u* Uterus, *p* Penis, *ks* Keimstock.

Fig. 114. **Geschlechtsorgane eines Trematoden (Distoma),** nach LEUCKART. *h* Hoden, *ks* Keimstock, *u* Uterus, *ds* Dotterstöcke, *dg* Dottergang, *vd* Vasa deferentia, *Lg* LAURER-scher Kanal, *cb* Cirrusbeutel, *mo* männliche, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung.

Bei den Trematoden (Fig. 114) findet sich ein vom Ovarium entspringender Ovidukt; dann 2 Dottergänge (*dg*), welche den Dotter aus den beiden seitlichen Dotterstöcken sammeln. Ovidukt und Dottergänge münden zusammen in einen unpaaren Kanal, den wir als Eiergang bezeichnen wollen. Derselbe zerfällt in 2 Abschnitte; einen kleinen Anfangstheil, das Ootyp, in welchen eben die 3 erwähnten Leitungswege einmünden, und einen langen, meist geschlängelten Theil, der vom Ootyp zum Begattungsapparat führt, den Uterus (*u*). In das Ootyp münden die Ausführungsgänge der Schalendrüse. Hier erfolgt die Befruchtung, hier vereinigt sich der Dotter mit dem Ei; hier wird um das befruchtete Ei die Schale gebildet. Das Ootyp mündet meist entweder an der dorsalen oder an der ventralen Körperoberfläche noch durch einen andern Kanal, den LAURER'schen Kanal (*Lg*) nach aussen, durch welchen wahrscheinlich bei der Begattung das Sperma von aussen in das Ootyp gelangt. Die befruchteten Eier gelangen aus dem Ootyp in den Uterus, wo sie sich, wenigstens bei den Distomiden oft in ungeheuerer Anzahl ansammeln. Dem entsprechend ist der Uterus bei diesen Thieren

sehr langgestreckt und verläuft in zahlreichen Windungen, die bei reifen Thieren oft den grössten Theil des Körpers erfüllen, zum weiblichen Begattungsapparat.

Die Cestoden (Fig. 115) schliessen sich eng an die Trematoden an, hauptsächlich mit Formen, wo, wie bei Bothriocehpalus, die Geschlechtsöffnungen flächenständig liegen und 2 seitliche Dotterstöcke vorhanden sind. Die Sammelgänge der Dotterstöcke vereinigen sich bei solchen Formen zu 2 Dottergängen, die, ebenso wie die 2 Ovidukte, mit einem gemeinsamen Endstück in das Ootyp eintreten, in welches die Ausführungsgänge der Schalendrüse einmünden. Vom Ootyp aus setzt sich einerseits ein Kanal zum Begattungsapparat (*ov*) fort, anderseits entspringt aus ihm ein weiterer in Windungen verlaufender, oder mit seitlichen Taschen versehener, mit Eiern erfüllter Uterus (Fig. 115 *u*, Fig. 116), der häufig durch eine besondere Oeffnung nach aussen mündet und so an den LAURER'schen Kanal der Trematoden erinnert. Wo nur ein Dotterstock vorhanden, mündet natürlich nur ein Dottergang in das Ootyp (so in Fig. 115).

Fig. 115.

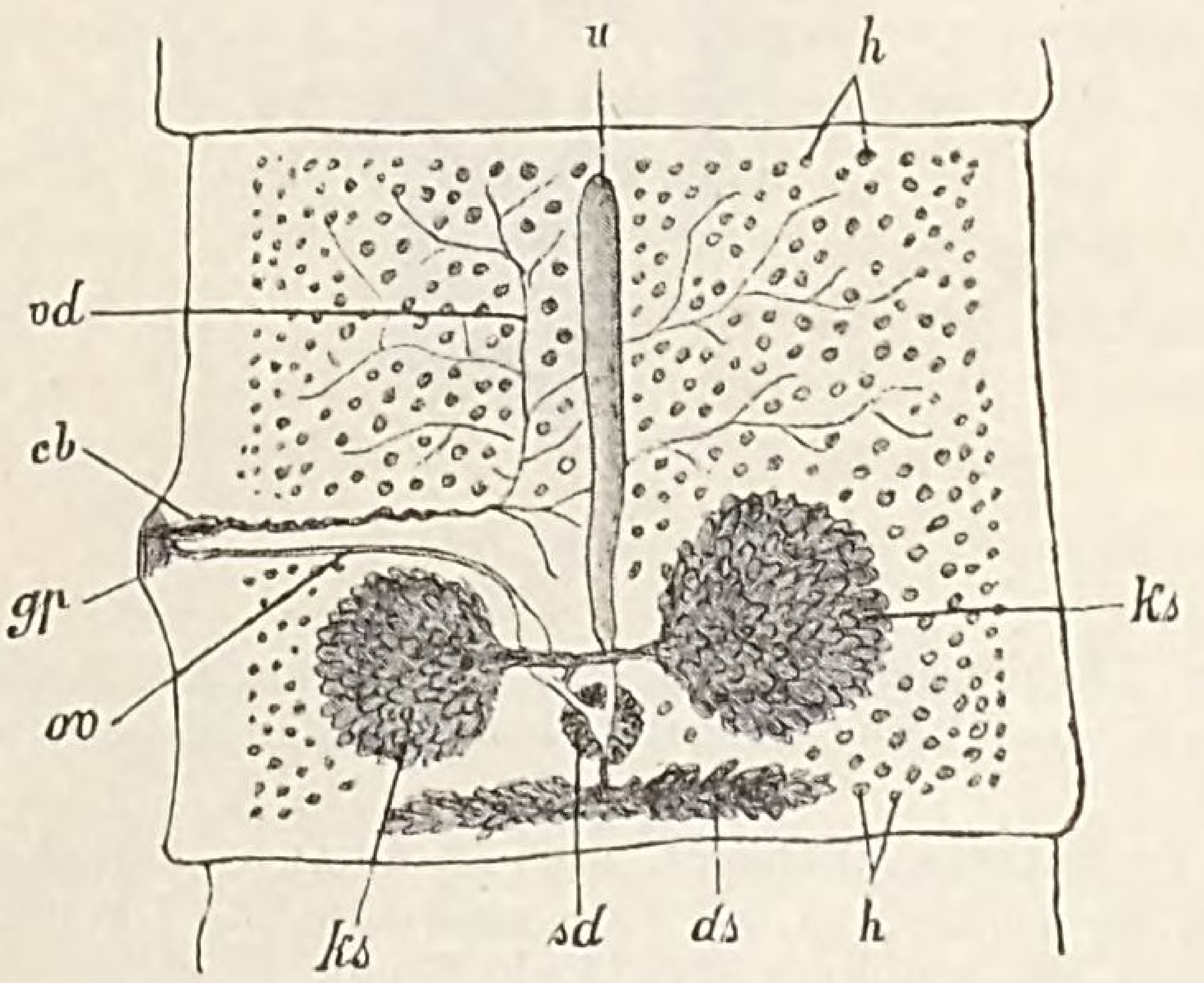


Fig. 116.

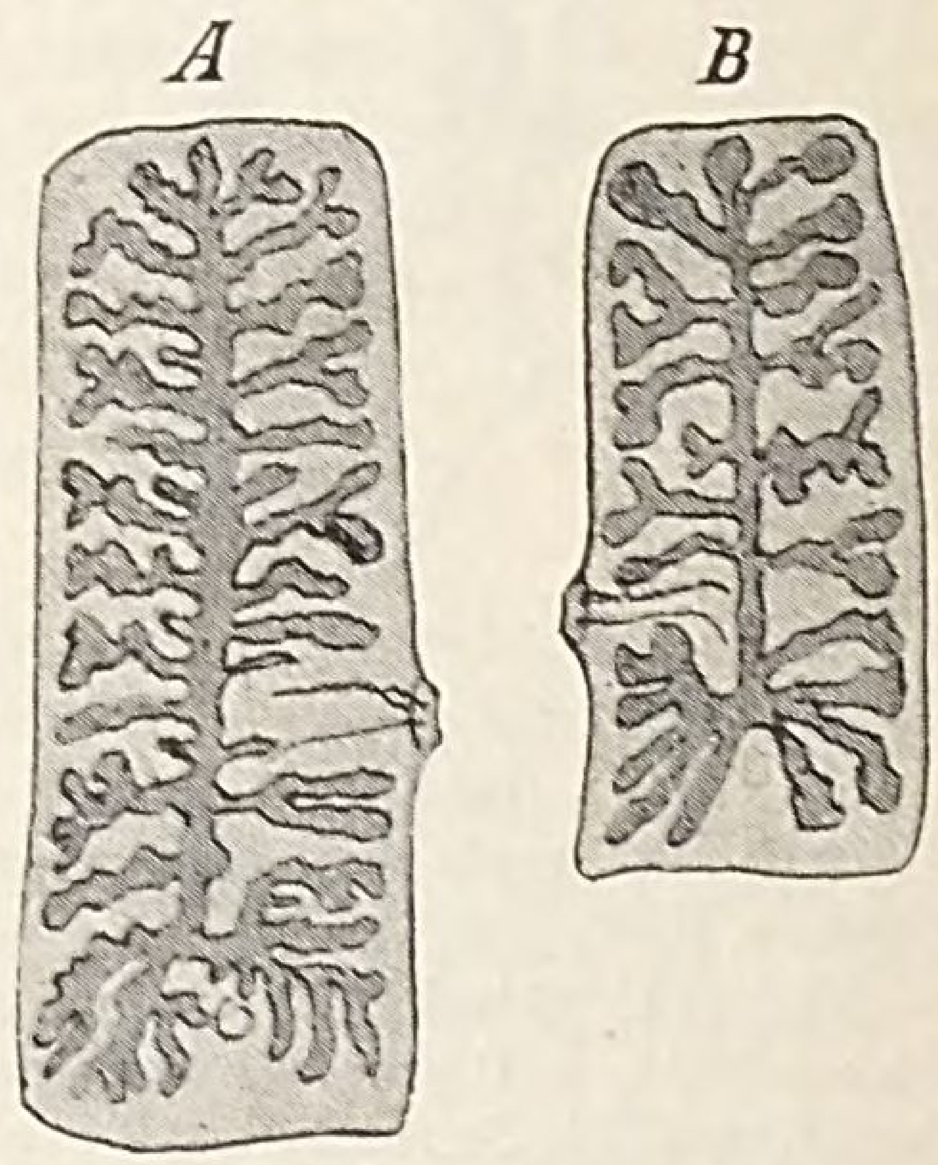


Fig. 115. **Geschlechtsorgane von Taenia saginata (mediocanellata)**, nach SOMMER. *h* Hoden, *vd* Vasa deferentia, *cb* Cirrusbeutel, *gp* Genitalporus, *ov* Ovidukt, *ks* Keimstöcke, *sd* Schalendrüse, *ds* Dotterstock, *u* Uterus.

Fig. 116. **Völlig reife Proglottiden (Glieder).** *A* **Von Taenia saginata**, *B* **von Taenia solium.** Die dendritische Figur stellt den Uterus dar.

II. Männliche Leitungswege. Zahlreiche sehr feine Kanälchen münden bei den Polycladen (Fig. 111) in grössere Samengänge, Vasa deferentia (*vd*), in denen sich die Samenfäden ansammeln, und die ihrerseits wieder in den männlichen Begattungsapparat (*p*) einmünden. Die feinen Kanäle entsprechen den Ovidukten; die weiteren dem Uterus des weiblichen Geschlechtsapparates. Bei den Tricladen (Fig. 112) finden sich 2 seitliche vasa deferentia (*vd*), in welche wenigstens ein Theil der Hoden ihren Inhalt direkt entleeren, während die Art und Weise der Entleerung für die weiter von den vasa deferentia entfernten Hoden noch nicht ganz sicher ermittelt ist. Bei den Rhabdocoelen (Fig. 113) setzen sich die beiden Hoden oft ohne scharfe Grenze in 2 Samenleiter fort, die entweder getrennt oder vermittelst

eines gemeinsamen Endstückes in den männlichen Begattungsapparat einmünden. Bei den Acoelen und meisten Alloicoelen fehlen besondere Leitungswege; die Samenfäden gelangen durch das Parenchym hindurch zum Begattungsapparat. Nur bei den Monotiden unter den Alloiocoelen wird die Ausleitung durch besondere flimmernde vasa deferentia vermittelt. Die beiden Hoden der Trematoden (Fig. 114) entsenden 2 sich zu einem gemeinsamen Gange vereinigende Samenleiter (*vd*). Auch bei den Cestoden (Fig. 115) münden viele von den zahlreichen Hodenbläschen herkommende Kanälchen (*vd*) in ein gemeinsames Vas deferens, das sich zum männlichen Begattungsapparat begiebt.

C. Die Begattungsapparate.

Im Bau und in der Lage der Begattungsapparate herrscht bei den Plathelminthen eine erstaunliche Mannigfaltigkeit. Oft zeigen nahe verwandte Arten hierin starke Verschiedenheiten.

I. Der männliche Begattungsapparat ist durchweg complicirter gebaut als der weibliche. Er besteht im einfachsten Falle aus einer von aussen in das Parenchym des Körpers hineinragenden muskulösen Tasche, in deren blindes, nach innen gerichtetes Ende der oder die Samenleiter einmünden. So finden wir ihn bei vereinzelten Rhabdocoeliden. Bei der grossen Mehrzahl der Turbellarien aber complicirt er sich und lässt dann meist folgende distinkte Theile unterscheiden: 1. eine Penisscheide oder Penistasche, 2. den eigentlichen Penis, 3. eine Samenblase und 4. eine Körnerdrüse. Penis und Penisscheide zeigen im Ganzen den früher geschilderten Bau des Pharyngealapparates. Der Penis ist in der That eine muskulöse Ringfalte, die von der Wand der Penisscheide in ähnlicher Weise in deren Raum hineinragt, wie der Pharynx in die Pharyngealtasche. Wie der Pharynx aus der Pharyngealtasche durch den Mund vorgestreckt wird, so der Penis aus der Penisscheide durch die Geschlechtsöffnung. Oft kann sich bei der Copulation auch die Wand der Penisscheide nach aussen umkrempeln oder ausstülpen. Die Penisscheide ist bisweilen doppelt oder in der Mehrzahl vorhanden; dann verhält sich jede innere Penisscheide zur nächst äusseren, wie ein Penis zur Penisscheide, und der ganze Apparat wird fernrohrartig vorgestreckt und ausgestülpt. Der Penis ist bald kegelförmig, bald cylindrisch, bald gekrümmt; entweder nackt oder in verschiedentlicher Weise bewaffnet. Oft zeigt sich sein freies Ende in Form einer harten, chitinigen Röhre. Zwischen Penis einerseits und dem Endstück der Samenleiter andererseits befindet sich eine blasenförmige Erweiterung mit muskulöser Wandung, die Samenblase (Fig. 111 *sb*), in welcher sich der Samen ansammelt und welche durch ihre Contraction bei der Begattung die Entleerung des Samens durch den Peniskanal (Ductus ejaculatorius) verursacht. Mit dem männlichen Begattungsapparat steht fast bei allen Turbellarien eine Körnerdrüse in Verbindung, deren morphologisches Verhalten im Einzelnen ausserordentlich verschiedenartig ist. Sie sondert ein feinkörniges Sekret ab, das sich dem Samen beimischt.

Der männliche Begattungsapparat der Trematoden (Fig. 114 *cb*) und Cestoden (Fig. 115 *cb*) ist sehr einförmig gebaut. Sein Mechanismus entspricht demjenigen eines Tetrarhynchusrüssels. Es existirt eine cylindrische oder kolbenförmige Penisscheide. In das innere, blinde Ende dieser Penisscheide mündet das unpaare Endstück des Vas de-

ferens ein. Beim Eintritt in die Penisscheide erweitert es sich gewöhnlich zu einer Samenblase und durchläuft dann als ein dünnes Rohr in Windungen die Penisscheide, um an deren äusserem Ende durch die männliche Geschlechtsöffnung auszumünden. Dieses oft im Innern mit Widerhaken ausgestattete oder mit einer elastischen Cuticula ausgekleidete Rohr wird als eigentlicher Penis bei der Contraction der Penisscheide nach aussen umgekrempelt. Der Raum zwischen Penisscheide und Penis ist durch lockeres Bindegewebe ausgefüllt. Penisscheide und Penis werden bei den Trematoden und Cestoden gewöhnlich als Cirrusbeutel und Cirrus bezeichnet. Mit dem Begattungsapparat in Verbindung stehende Drüsen sind auch hier beobachtet worden.

II. Der weibliche Begattungsapparat besteht sehr häufig, bei manchen Turbellarien und allen Trematoden und Cestoden, aus einem einfachen kürzeren oder längeren Rohr, der Scheide, welche den Eiergang oder das Ootyp mit der weiblichen Geschlechtsöffnung in Verbindung setzt. Diese Scheide dient häufig nur zur Eiablage, nicht zur Begattung, d. h. sie nimmt den Penis nicht in sich auf. Dies gilt zum mindesten für diejenigen Polycladen, die mehr als einen männlichen Begattungsapparat, aber nur eine weibliche Geschlechtsöffnung besitzen.

Bei sehr vielen Turbellarien aber differenzirt sich die Scheide zu einem kräftigen, muskulösen, oft mit einer harten Cuticula ausgestatteten Organ, der Bursa copulatrix, welche zur Aufnahme des Penis während der Begattung geeignet ist und sich oft selbständig als Anhangsorgan des weiblichen Begattungsapparates entwickeln kann. Dazu kommt bei vielen Formen noch ein weiteres kugeliges oder birnförmiges Anhangsorgan, das Receptaculum seminis, ein Reservoir, in dem der Samen nach der Begattung aufbewahrt wird.

Bei den Trematoden, vielen Cestoden und bei Trigonoporus unter den Polycladen steht das Ootyp oder der Uterus oder der Eiergang noch durch einen besondern Gang, den schon erwähnten Laurer'schen Canal, mit der Aussenwelt in Verbindung. Die physiologische Bedeutung desselben ist noch nicht ganz sicher ermittelt.

D. Lage und Zahl der Begattungsapparate und äussern Geschlechtsöffnungen.

Als Regel kann gelten, dass ein männlicher und ein weiblicher Begattungsapparat vorhanden ist, und jeder mit seiner besonderen Oeffnung irgendwo in der Mittellinie der Bauchseite nach aussen mündet. Die beiden Geschlechtsöffnungen sind einander meist sehr genähert und kommen sogar bei sehr vielen Formen, den meisten Trematoden, Cestoden und Tricladen, bei manchen Polycladen und Rhabdocoeliden in den Grund einer tieferen oder seichteren Einsenkung der äusseren Haut — Atrium genitale — zu liegen, so dass dann nur eine gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung vorhanden ist.

Im Einzelnen herrscht grosse Mannigfaltigkeit und es zeigen sich vielfache, zum Theil auffallende Abweichungen. Bei den Polycladen liegen die Geschlechtsöffnungen immer hinter dem Munde, speciell bei den Cotyleen zwischen Saugnapf und Mund. Die männliche Oeffnung befindet sich immer vor der weiblichen. Stylochus und Stylochoplana haben eine gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung. Bei Anonymus finden sich mehrere männliche Begat-

tungsapparate und Geschlechtsöffnungen in 2 seitlichen Längsreihen. Manche Pseudoceriden besitzen 2 männliche Begattungsapparate. Der weibliche Begattungsapparat und seine Oeffnung bleibt immer einfach. Bei Stylostomum ist für den Pharynx und den Penis eine gemeinsame äussere Oeffnung vorhanden.

Bei den Tricladen liegt die gemeinsame Geschlechtsöffnung hinter dem Munde, der männliche Begattungsapparat vor dem weiblichen.

Bei den Rhabdocoeliden sind die Verhältnisse ausserordentlich wechselnd. Bald finden sich 2 getrennte Oeffnungen, bald ein Atrium genitale und somit eine gemeinsame äussere Geschlechtsöffnung. Bald liegt die männliche Oeffnung vor der weiblichen, bald umgekehrt. Bei Prorhynchus mündet der männliche Begattungsapparat mit dem Munde aus.

Die in ein gemeinsames seichtes Atrium genitale einmündenden oder doch einander ausserordentlich genäherten Geschlechtsöffnungen der Trematoden liegen meist im vordern Körpertheil, bei den Distomiden zwischen Mund- und Bauchsaugnapf. Seltener liegen sie am hintern Körperende (z. B. Gasterostomum, Opisthotrema) oder assymmetrisch links in der Nähe des vordern Körperrandes (z. B. bei Tristomum).

Bei den Cestoden findet sich gewöhnlich ein gemeinsamer äusserer Geschlechtsporus oder es sind doch die Geschlechtsöffnungen einander sehr genähert. Der Porus genitalis oder die beiden Geschlechtsöffnungen einer Proglottis sind entweder randständig (Tetraphylliden, Tetrarhynchidae, die meisten Taeniaden, Triaenophorus) oder flächenständig (sie bezeichnen dann die Bauchseite: Ligula, Bothriocephalus, Schistocephalus, wenige Taenien). Bei Amphilina liegen sie am hintern Körperende.

Die Begattung ist gewöhnlich eine gegenseitige, so dass sich jedes der copulirenden Individuen sowohl als Männchen wie als Weibchen verhält. Doch soll auch Selbstbegattung vorkommen; z. B. bei Cestoden, vielleicht auch bei einzelnen Trematoden und Turbellarien.

Entwickelung. Wie das Atrium genitale nur eine grubenförmige Vertiefung der äussern Haut darstellt, so entsteht, wenigstens nach den an Polycladen angestellten Beobachtungen, auch der männliche und weibliche Begattungsapparat durch Einfaltung von aussen. Wahrscheinlich reicht der durch Einstülpung von aussen entstandene Theil des weiblichen Geschlechtsapparates bis zum Eiergang oder Ootyp, so dass nicht nur die in den männlichen Begattungsapparat einmündenden Drüsen, sondern auch die Schalendrüse des weiblichen Genitalapparates als modificirte Hautdrüsen aufzufassen sind.

XII. Ungeschlechtliche Fortpflanzung, Ursprung derselben. Der Organismus der Cestoden.

Viele Plathelminthen, ganz besonders die Turbellarien, zeigen ein ausgeprägtes Regenerationsvermögen. Der Körper vermag nicht nur abgerissene Stücke wieder neuzubilden, sondern es vermögen sogar kleinere oder grössere Bruchstücke des Körpers sich wieder zu ganzen Thieren zu regeneriren. Ein solches Regenerationsvermögen ist vornehmlich bei niedern, zumal bei festsitzenden Thieren sehr verbreitet. Bei den Coelenteraten ist es fast allgemein vorhanden. Der grosse Nutzen dieser Fähigkeit für die Erhaltung des Individuums und der Art liegt auf der Hand. Es sind festsitzende oder sehr langgestreckte oder zarte, weiche Thiere, die vielfachen Un-

bilden, Beschädigungen des Körpers durch Feinde u. s. w. mehr als andere ausgesetzt sind, und für die deshalb das Vermögen der Regeneration von ganz besonderm Nutzen ist. Auf das Regenerationsvermögen ist vielleicht bei allen Metazoen die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Knospung zurückzuführen. Von einer solchen Fortpflanzungsweise sprechen wir schon, wenn eine Thierform die Eigenthümlichkeit hat, scheinbar spontan, das heisst aus uns unbekannten Ursachen, in 2 oder mehr Stücke zu zerfallen, die sich wieder zu einem dem gemeinsamen Mutterthiere ähnlichen Organismus regeneriren, oder wenn von einem Thiere aus unbekannten Ursachen sich regelmässig ein grösserer oder kleinerer Körpertheil loslöst, der so verkümmerte Körper den verlorenen Theil aber wieder aufs neue ersetzt und auch der losgelöste Theil sich wieder zu einem completen Thiere regenerirt.

So zerfällt z. B. Lumbriculus, ein zu den Oligochaeten gehörender Wurm, spontan, wenigstens scheinbar spontan, in 2 oder mehr Stücke, von denen jedes sich zu einem ganzen Thiere regeneriren kann. Gewisse Seesterne werfen scheinbar spontan einen oder mehrere Arme ab, ersetzen sie aber bald wieder durch Regeneration. Nicht genug damit, jeder losgelöste Arm vermag sich wieder zu einem completen Seestern zu regeneriren.

Der muthmaassliche Ursprung der ungeschlechtlichen Fortpflanzung wird aber fast immer dadurch unkenntlich, dass verschiedene Theile eines Individuums sich zu ganzen Individuen regeneriren, bevor sie sich völlig von einander getrennt haben, oder dass ein Thier einen Theil durch Regeneration wieder ersetzt, bevor sich dieser Theil völlig losgelöst hat. So entstehen vorübergehende Thierstöcke. Lösen sich die Bruchstücke oder die Theile überhaupt nicht los, so entstehen typische Thierstöcke, die bei eintretender Arbeitstheilung zwischen den zu ganzen Individuen regenerirten Theilstücken (d. h. den durch Knospung entstandenen Individuen) und durch Ausbildung einer für die specielle Funktion passenden Gestalt und Organisation derselben zu polymorphen Thierstöcken werden können.

Zur Erläuterung der eben besprochenen Ansicht scheint mir die Fortpflanzung und Lebensgeschichte acraspeder Medusen, z. B. der Aurelia, besonders geeignet. Wir wissen, dass aus dem befruchteten Ei dieser Meduse unter Umständen wieder eine Meduse hervorgehen kann, ohne dass sich ein festsitzendes, sich ungeschlechtlich vermehrendes Jugendstadium ausbildet. Gewöhnlich aber scheint sich die aus dem befruchteten Ei entwickelte Larve festzusetzen, zu einem korallenähnlichen Thier, der Scyphula, zu werden und sich nachher zu einer festsitzenden jungen Meduse, dem Scyphistoma, zu entwickeln. Hat sich dieses Scyphistoma bis zu einem gewissen Stadium entwickelt, so reisst in dem einen Falle sich der grösste Theil des Körpers als freischwimmende Meduse von dem Stiele los. Der zurückgebliebene Stiel vermag aber sich wieder zu einer ganzen festsitzenden Meduse zu regeneriren (monodiske Strobila) und der ganze Vorgang kann sich wiederholen. Hier haben wir es also schon mit einer Vermehrung durch Loslösung und nachfolgende Regeneration zu thun. Das losgelöste Stück hat freilich so wenig zu regeneriren, dass man die Regeneration als Vernarbungsprocess bezeichnen kann.

Häufig aber regenerirt der Stiel eines Scyphistoma sich zu einem neuen Scyphistoma, bevor sich die erste Meduse losgelöst hat. Und wenn diese Regenerationsvorgänge sich fortsetzen, ohne dass zunächst die Medusen sich vollständig loslösen, so erhalten wir eine polydiske Strobila. Den ganzen Vorgang bezeichnen wir als Strobilation, er ist als ungeschlechtliche Ver-

mehrung durch axiale Knospung bezeichnet worden. Die polydiske Strobila ist ein temporärer Thierstock.

Das hier Gesagte eröffnet einen Ausblick auf das Verständniss der

Organisation des Cestodenkörpers.

Am Körper der allermeisten Cestoden unterscheidet man den Scolex (Fig. 117) von einer Reihe sich an ihn anreihender Glieder oder Proglottiden (Fig. 110 E p. 152, Fig. 115, 116). Der kleine birn- oder keulenförmige Scolex besteht selbst wieder aus dem Kopfe und Halse. Der erstere ist Träger der Haftapparate (Saugnäpfe, Haken, Rüssel), vermittelst deren er an der Darmwandung des Wirthes befestigt ist. In ihm liegen die einzigen Commissuren zwischen den Längsstämmen des Nervensystems, die man als Gehirncommissuren betrachten kann. Er entspricht also dem Vorderende des Körpers der Trematoden. Auf den verdünnten Halstheil des Scolex folgen die plattgedrückten Glieder, welche zuerst klein, nach hinten immer grösser werden. Der Halstheil des Scolex erzeugt immer neue Glieder, die die schon bestehenden nach hinten verdrängen. Das älteste und grösste Glied der ganzen Kette ist somit das letzte. In den Gliedern entwickeln sich die Geschlechtsorgane, und zwar entspricht der gesammte hermaphroditische Geschlechtsapparat eines jeden Gliedes dem gesammten Geschlechtsapparat eines Trematoden. Zuerst gelangen in jedem Gliede die männlichen Geschlechtsorgane zur Ausbildung, dann die weiblichen, dann erfolgt die Befruchtung und schliesslich stellt ein Glied nicht viel mehr dar als eine Hülle, die neben den verkümmerten Geschlechtsorganen fast ausschliesslich von dem erweiterten, Tausende von befruchteten Eiern enthaltenden Uterus (Fig. 116 p. 158) erfüllt ist. Die Reihe der Glieder vom Kopf bis zum letzten Gliede repräsentirt die Reihe der aufeinanderfolgenden Stadien der Ausbildung des Geschlechtsapparates. Die letzten Glieder lösen sich von Zeit zu Zeit einzeln oder mehrere zusammen los und gelangen mit dem Kothe nach aussen.

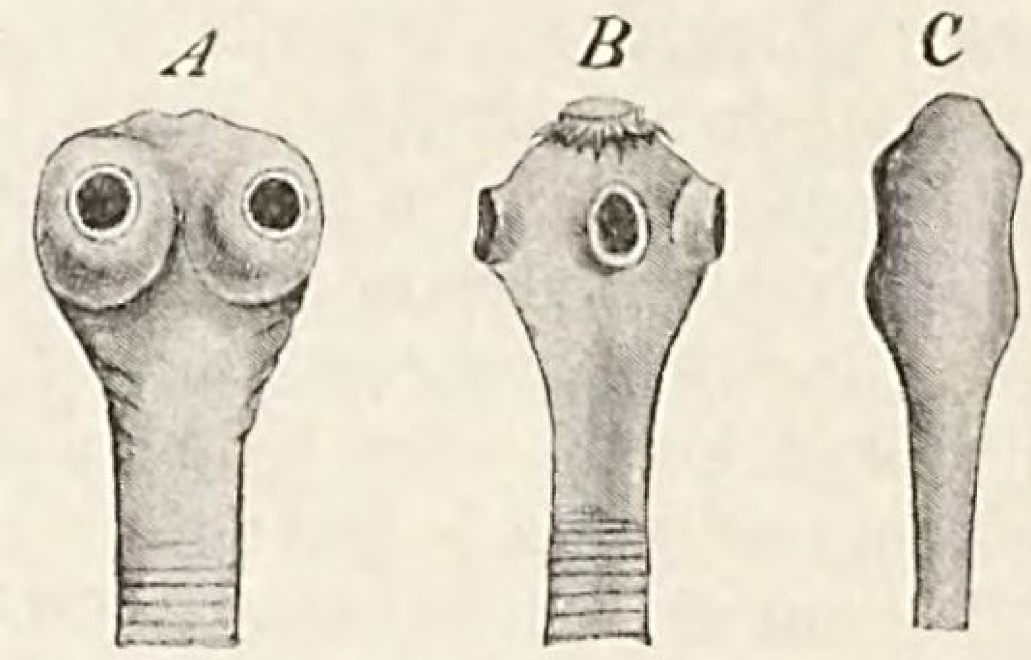


Fig. 117. 3 Bandwurmköpfe (Scolices). *A* Von **Taenia saginata**, *B* von **Taenia solium**, *C* von **Bothriocephalus latus**.

Vergleichen wir Kopf und Glieder, so finden wir: dem Kopf fehlt der Geschlechtsapparat; jedem Gliede fehlen die Haftapparate und die Gehirncommissuren, oder wenn wir Kopf und Proglottis mit einem Trematoden vergleichen, so finden wir: dem Kopf fehlt der Rumpf, der Proglottis fehlt der Kopf des Trematodenkörpers. Der Kopf mit einer Proglottis zusammen aber entspricht dem Kopf und Rumpf, also dem ganzen Körper eines Trematoden, abgesehen davon, dass ein Darmkanal den Cestoden ganz abgeht.

Wir kennen nun aber Formen, deren Körper zeitlebens nur aus Kopf und Rumpf besteht, und bei denen ein Scolex von einer Proglottis nicht deutlich unterscheidbar ist. Solche Formen sind Amphilina, Caryophyllaeus und Archigetes. Wir können sie ebensogut als darmlose Trematoden, wie als ungegliederte Cestoden betrachten. Jedenfalls aber stellen sie Uebergangsformen von den Trematoden zu den Cestoden dar. Sie stehen

zu den gegliederten Cestoden in einem ziemlich ähnlichen Verhältnisse, wie zeitlebens festsitzende Acraspeden, z. B. Lucernaria, zu der polydisken Strobila von Aurelia.

Ein gegliederter Bandwurm muss in der That als eine Strobila betrachtet werden. Der junge noch ungegliederte Bandwurm, der sich an der Darmwandung festsetzt, der Scolex, entspricht dem Jugendstadium eines der oben angeführten ungegliederten Cestoden, einer Amphilina, eines Caryophyllaeus oder Archigetes, bei welchem der Geschlechtsapparat in dem wenig entwickelten Rumpfe, dem spätern Halse, noch nicht entwickelt ist. Nun erfolgt die unvollkommene Abschnürung desjenigen Körpertheils, in welchem sich später die Geschlechtsorgane entwickeln, des Rumpfes oder der ersten Proglottis. Derselbe wird sofort wieder regenerirt, schnürt sich wieder ab und wird wieder regenerirt u. s. w. Die einzelnen Rümpfe bleiben kürzere oder längere Zeit in Zusammenhang und bilden die Glieder der Bandwurmkette oder -strobila. Schliesslich lösen sich, den ältesten Medusenscheiben einer polydisken Strobila von Aurelia vergleichbar, die ältesten Glieder der Bandwurmstrobila los. — Die Unterschiede in dem Vorgange, die zwischen den beiden Gruppen existiren, sind wesentlich folgende: Die sich loslösenden Medusen einer polydisken Strobila entwickeln sich weiter und ihre Geschlechtsorgane gelangen erst nach der Loslösung zur Ausbildung. Die sich loslösenden Glieder der Cestoden aber sind schon mehr als geschlechtsreif, sie haben ihre Aufgabe, die Erzeugung befruchteter Eier, erfüllt, und sie unterlassen es auch vollständig, den Theil, der ihnen fehlt, um ein completes Plathelminthenindividuum zu sein, den Kopf nämlich, zu regeneriren. Bei der Medusenstrobila ist ferner der Theil des Körpers, mit dem sie festsitzen, nämlich die Spitze der Exumbrella, ein physiologisch wie anatomisch fast bedeutungsloser Körpertheil ohne irgendwelche besondere Organe, während der Theil, mit dem die Bandwurmstrobila festsitzt, zum mindesten die Haupttheile des Centralnervensystems enthält.

Es scheint mir, dass es gerade bei den Bandwürmern nicht zu schwer ist, die Strobilation auf Regenerationserscheinungen zurückzuführen. Ausgehend von regenerationsfähigen Formen vom Baue einer Amphilina können wir verstehen, dass durch peristaltische Bewegungen des Darmkanals, in welchem die Thiere parasitisch lebten, und durch die Auswärtsbewegung des Kothes der Rumpf mit dem in ihm enthaltenen reifen Geschlechtsapparat häufig losgerissen und nach aussen entleert wurde, während aber der zurückbleibende Kopf einen neuen Rumpf zu regeneriren im Stande war. Alles das aber, das Losreissen des Rumpfes mit den Eiern, das Sitzenbleiben des Kopfes und die Regeneration, musste für diese parasitischen Formen von höchstem Nutzen sein. Durch das Losreissen des Rumpfes und die Entleerung nach aussen wurde für eine grosse Verbreitung der Eier gesorgt und damit die Wahrscheinlichkeit der Infektion neuer Wirthe oder Zwischenwirthe vergrössert. Der festsitzende Kopf konnte die einmal erworbene günstige Parasitenherberge behaupten und mit Leichtigkeit einen neuen Rumpf und neue Geschlechtsorgane regeneriren. Die vielgliedrige Strobila aber bot den immensen Vortheil, dass zahlreiche Glieder von den günstigen Ernährungsverhältnissen des Parasitismus Nutzen ziehen und die Geschlechtsorgane ausbilden konnten, während bei dem jeweiligen Losreissen des Rumpfes einer ungegliederten Taenie nicht nur längere Zeit verfliessen musste, bis wieder ein geschlechtsreifer Rumpf gebildet war,

sondern auch die günstigen Ernährungsverhältnisse viel weniger ausgenutzt wurden.

Es giebt Taenien mit nur sehr wenigen Gliedern (Taenia Echinococcus mit 3—4 Proglottiden), andere besitzen deren viele Hundert.

Bei einigen Taenien, wie bei Ligula und Triaenophorus, ist die äussere Gliederung mehr oder weniger undeutlich; innerlich findet sich aber dieselbe Wiederholung der Geschlechtsapparate wie bei den typisch gegliederten Bandwürmern, von denen diese Formen wohl zweifelsohne abgeleitet werden müssen.

Bei Süsswasser-Tricladen ist Vermehrung durch Theilung beobachtet worden.

Unter den Rhabdocoelen finden sich bei den Gattungen Microstoma und Stenostoma interessante Vorgänge der Fortpflanzung durch axiale Knospung. Sie sind am besten bei M. lineare untersucht. Im hintern Körpertheil eines Individuums bildet sich eine doppelte quere Scheidewand zwischen Darm und Haut. Unmittelbar dahinter legen sich die für den Kopftheil von Microstoma charakteristischen Organe: Pharynx und Gehirn mit den Pharynx umgreifender Nervencommissur an. Später rücken die beiden Septen etwas auseinander. Zwischen ihnen schnürt sich der Körper ringförmig ein und auch der Darm folgt schliesslich dieser Einschnürung. Dann erst erfolgt die spontane Loslösung der beiden Stücke voneinander. Lange bevor aber diese Loslösung erfolgt, sind an den beiden Stücken neue Erscheinungen aufgetreten. Zunächst wächst das hintere Stück zu der Grösse des vordern Stückes heran. Dann bildet sich im hintern Theile jedes Stückes wieder ein Kopftheil. Die so abgegrenzten hintern Stücke der beiden Hauptstücke wachsen wieder zur Grösse der beiden vor ihnen liegenden Stücke hinan. Jetzt besteht der ganze Körper aus 4 gleich grossen Stücken. Der Vorgang wiederholt sich in derselben Weise noch zweimal, bis 16 Stücke gebildet sind, d. h. bis der Wurmstock aus 16 Individuen besteht, von denen das vorderste den ursprünglichen Pharynx, das ursprüngliche Gehirn u. s. w. besitzt. Dann erfolgt gewöhnlich die spontane Trennung der Individuen.

Vermehrung durch Knospung kommt ferner noch bei den eigenthümlichen als Blasenwürmer oder Finnen bezeichneten Jugendstadien von Taenien vor, und zwar bei den als Coenurus und Echinococcus bezeichneten Finnen. Davon weiter unten.

XIII. Ontogenie der Polycladen.

Für eine kurze Darstellung der Entwickelung der Plathelminthen aus dem befruchteten Ei wählen wir die Turbellarien, und zwar speciell die Polycladen. Die Ontogenie der Rhabdocoelen ist fast unbekannt und die Entwickelung der Tricladen scheint uns stark cänogenetisch zu sein. Die Eier dieser Thiere entwickeln sich auf Kosten der zahlreichen Dotterzellen, inmitten derer sie innerhalb der Eicocons eingebettet liegen und man könnte mit Fug und Recht sagen, dass die Eier und Embryonen der Tricladen parasitisch von eben diesen Dotterzellen leben, was bei den Polycladen nicht der Fall ist.

Die ersten Furchungsstadien haben wir früher schon (p. 123, Fig. 94) beschrieben und illustrirt. Die zuerst sich abschnürenden 4 Micromeren liefern das ganze Ectoderm, die darauf sich abschnürenden 4 oder zweimal 4 Micromeren bilden einen grossen Theil des spätern Mesoderms. Die Abkömmlinge der 4 Ectoderm-Micromeren umwachsen, indem sie sich fort-

während theilen, den ganzen Keim, indem sie dabei nicht nur die 4 Macromeren, sondern auch die 4 oder 8 Mesoderm-Micromeren einschliessen. Sie bilden also schliesslich eine continuirliche Schicht von Epithelzellen um den ganzen Keim, welche nur am vegetativen Pol durch eine Längsspalte, der ventralen Medianlinie des Embryo entsprechend, unterbrochen ist. Diese Längsspalte wird als Blastoporus gedeutet, sie schliesst sich rasch vollständig. Der Keim steht jetzt auf dem Stadium einer bilateral-symmetrischen Planula, bei der freilich zwischen den Anlagen des Entoderms (den 4 Macromeren, die sich inzwischen durch Theilung der einen zu 5 vermehrt haben) und des Ectoderms schon Mesodermanlagen vorhanden sind. Die 4 oder 8 Mesodermmicromeren vermehren sich frühzeitig durch Theilung und bilden so entweder einen Kranz von Mesodermzellen oder 4 Haufen von Mesodermzellen (2 vordere und 2 hintere Haufen). Die allseitig umschlossenen Macromeren fahren fort, Micromeren abzuschnüren, welche sich durch Theilung vermehren und das Darmepithel liefern. Die dotterhaltigen Macromeren zerfallen schliesslich und der Dotter wird von den Darmzellen aufgenommen. — Im Bereiche des ursprünglichen Blastoporus entsteht eine Einsenkung des Ectoderms, das Stomodaeum, als Anlage des Pharyngealapparates. Jetzt steht der Keim, abgesehen davon, dass er bilateral-symmetrisch ist, auf dem Stadium einer Scyphula oder einer jungen Ctenophorenlarve.

Die Mesodermzellen breiten sich immer mehr zwischen Entoderm und Ectoderm aus. An der dem Stomodaeum gegenüberliegenden Seite, in der Nähe des ursprünglichen animalen Poles, doch in der Medianebene etwas verschoben, so dass jetzt vorn und hinten deutlich zu unterscheiden ist, treten im Ectoderm die ersten Sinnesorgane auf in Form von 2 oder 3 Augen, ferner Zellen, die ein Büschel langer Haare tragen. Im Anschluss an diese Sinnesorgane, von denen die Augen bald unter das Ectoderm in die Tiefe rücken und mesodermal werden, entsteht durch Wucherungen des Ectoderms die paarige Anlage des Gehirns, die ebenfalls bald in die Tiefe rückt und mesodermal wird. Die beiden Anlagen verbinden sich secundär durch Querbrücken. Die Hauptnervenstämme scheinen sich in Form von Auswüchsen der Gehirnanlage, die wir als Scheitelplatte bezeichnen, anzulegen.

Das ectodermale Körperepithel hat sich frühzeitig mit Cilien besetzt. Im Centrum des Entoderms entsteht dadurch, dass der Dotter von den sich peripher epithelartig anordnenden Entodermzellen immer mehr resorbirt wird, die Darmhöhle, in welche der Grund des Stomodaeums bald durchbricht. So bildet sich die Darmpforte. Das Stomodaeum verwandelt sich in folgender Weise in den definitiven Pharyngealapparat. Es tritt an ihm eine ringförmige Ausstülpung auf, die Anlage der Pharyngealtasche. Diese ist rings von einer Ansammlung von Mesodermzellen umgeben. In die Pharyngealtasche wächst der Pharynx selbst wieder als eine ringförmige Falte, bestehend aus Mesodermzellen und Epithelüberzug, hinein. Der bis jetzt ziemlich kuglige Körper fängt an sich abzuplatten; man kann die Fläche, in der der Mund liegt, als Bauchfläche, von der Rückenfläche, unter welcher Gehirn und Augen liegen, unterscheiden. Die Mesodermzellen breiten sich überall zwischen Darm und Körperepithel aus und bilden eine continuirliche Masse, die auf der Bauchseite dicker ist. Diejenigen Mesodermlagen, die dicht unter dem Epithel liegen, liefern die Hautmuskulatur; die tiefern Mesodermzellen liefern das Körperparenchym und höchst wahrscheinlich auch die keimbereitenden Organe des Geschlechtsapparates.

Bei einer Reihe von Polycladen, deren Embryonen sehr frühzeitig als

freischwimmende MÜLLER'sche Larven (Fig. 118) die Eischalen verlassen, entwickelt sich ein den Körper unmittelbar vor dem Munde umgürtender Ring stärkerer und längerer Wimpern, ein sogenannter praeoraler Wimperring, der auf 4 oder 8 Fortsätze des Körprrs ausgezogen ist, von denen einer unmittelbar vor dem Munde und einer in der Mittellinie des Rückens liegt, während die andern 2 oder 6 paarweise seitlich liegen. Diese Fortsätze mit ihren stärkern Wimpern werden eingezogen und resorbirt, wenn die freischwimmenden Larven zu Boden sinken und die kriechende Lebensweise anfangen.

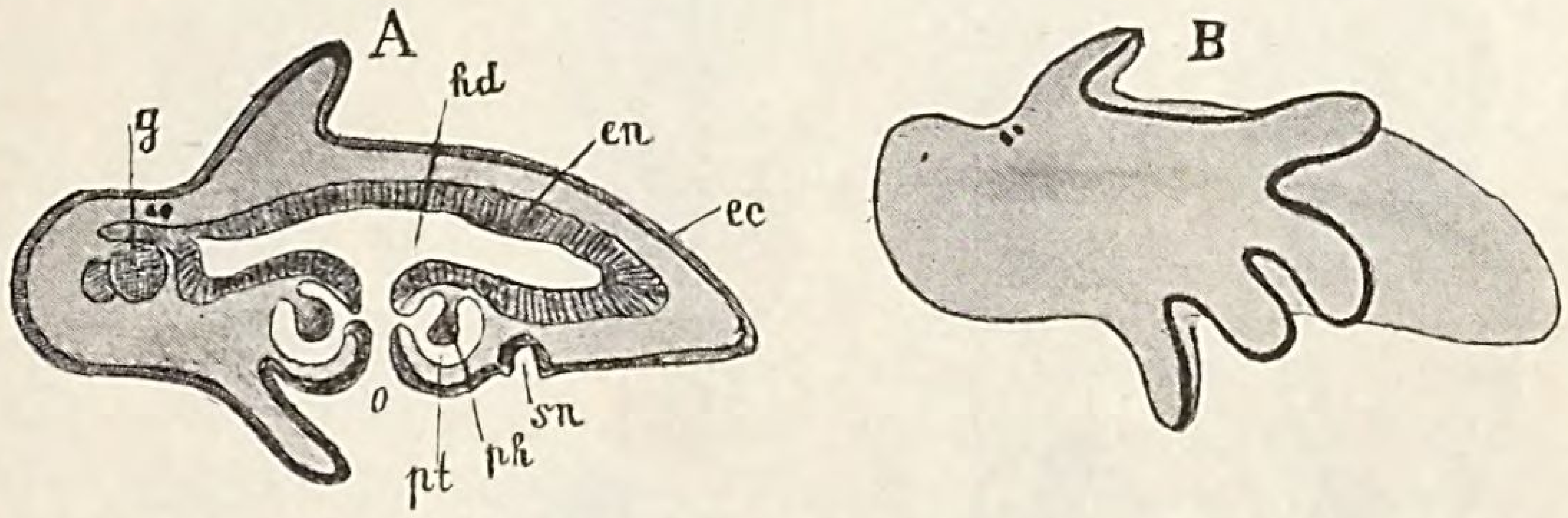


Fig. 118. **Müller'sche Polycladenlarve (von Thysanozoon oder Yungia).** *A* Medianer Längsschnitt. *g* Gehirn, *hd* Hauptdarm, *en* Entoderm, *ec* Ectoderm, *sn* Saugnapf, *ph* Pharynx, *pt* Pharyngealtasche, *o* Mund. *B* Dieselbe von der Seite. Die schwarze Linie bezeichnet den Verlauf des praeoralen Wimperringes.

Die Differenzirung des ursprünglich einheitlichen Darmes in Magendarm und Gastrokanäle erfolgt vornehmlich dadurch, dass von der Peripherie des Körpers her Mesodermsepten mehr oder weniger weit nach innen vorwachsen.

Je nachdem der vor oder hinter dem Munde und Pharynx liegende Körpertheil bei den verschiedenen Polycladen stärker wächst, oder beide ziemlich gleichen Schritt halten, kommen diese Theile beim erwachsenen Thier mehr nach hinten oder mehr nach vorn oder mehr gegen die Mitte der Bauchfläche zu liegen.

XIV. Die Lebensgeschichte der Trematoden.

Während aus den befruchteten Eiern der ectoparasitischen oder monogenetischen Trematoden sich direkt wieder Trematoden entwickeln, ohne dass die Jugendstadien auf andere Wohnthiere oder Wirthe angewiesen wären als die erwachsenen, complicirt sich die Entwickelung und die Lebensgeschichte der endoparasitischen oder digenetischen Trematoden in bemerkenswerther Weise. Wir wählen als Beispiel die ziemlich verwickelte Lebensgeschichte des Leberegels, Distoma hepaticum (Fig. 119), welcher in der Leber der Schafe schmarotzt und die Leberfäule hervorruft. Die Eier des Leberegels gelangen aus der Leber des Wirthes durch die Gallengänge in dessen Darm und von da mit den Exkrementen nach aussen. Sie entwickeln sich nur, wenn sie ins Wasser gerathen. Geschieht dies, so entwickelt sich in der Eischale (A) ein bewimperter Embryo, der die Eischale verlässt und frei herumschwimmt (B). Er hat keulenförmige Gestalt; am dickeren Vorderende besitzt er einen Kopfzapfen; dahinter einen x förmigen Augenfleck und unter diesem ein Ganglion, ferner eine Körnermasse, die als rudi-

mentärer Darm gedeutet wird. Auch 2 Wimperzellen des Exkretionssystems sind zu erkennen. Die grösste Masse des Körpers aber wird durch Keimzellen gebildet, die wir als parthenogenetische Eier betrachten, welche die Fähigkeit haben, sich zu entwickeln, ohne dass sie befruchtet werden. Diese Keimzellen theilen (furchen) sich frühzeitig und werden zu Zellenballen.

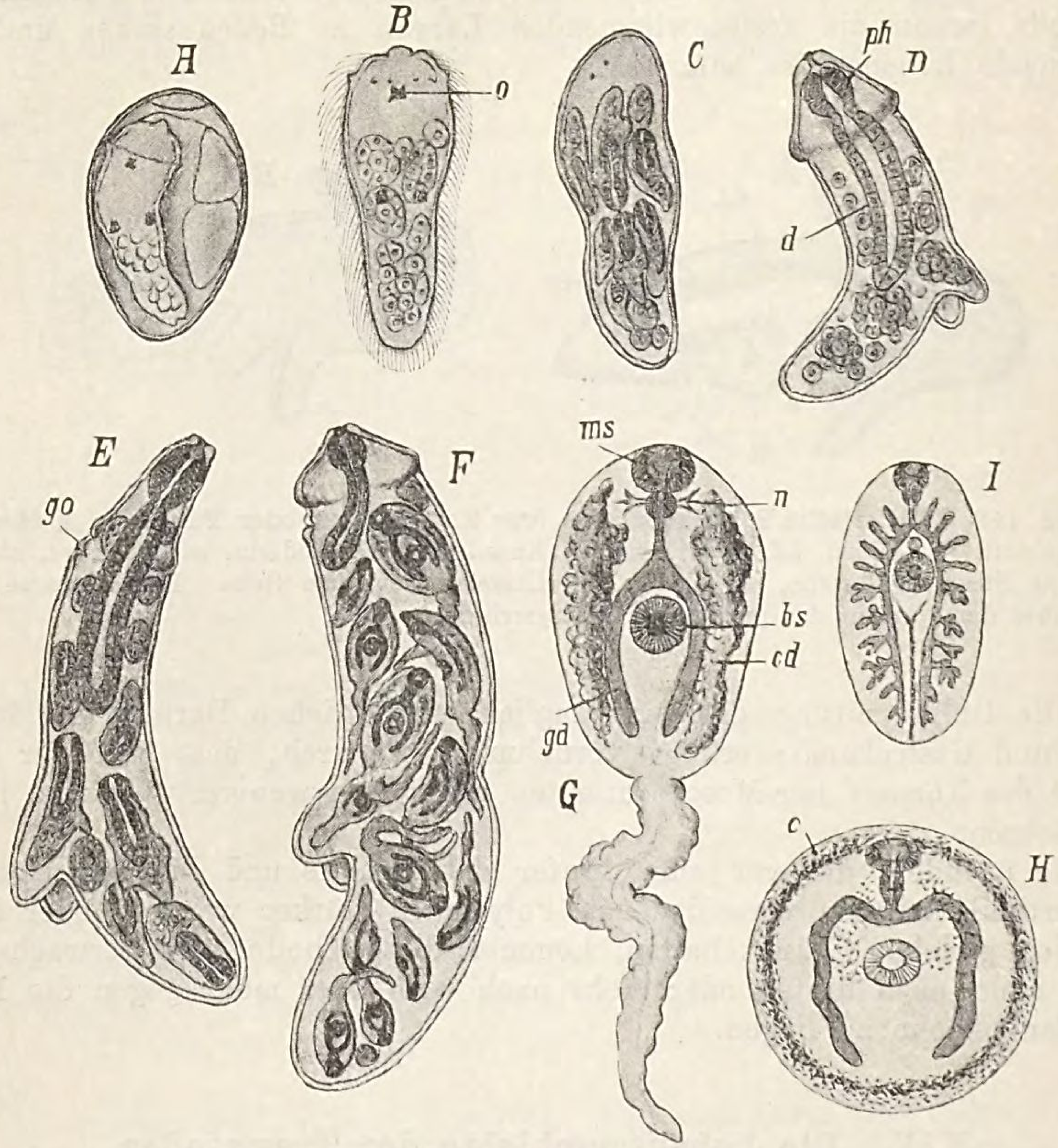


Fig. 119. **Lebensgeschichte von Distoma hepaticum,** nach LEUCKART. ***A* Ei mit Embryo. *B* Freischwimmender bewimperter Embryo.** *o* Augenfleck. ***C* Sporocyste. *D*, *E* und *F* Redien.** *ph* Pharynx, *go* Geburtsöffnung, *d* Darm. ***G* Cercarie.** *ms* Mundsaugnapf, *bs* Bauchsaugnapf, *gd* Gabeläste des Darmes, *cd* Drüsen, deren Sekret die Cyste liefert. ***H* Eingekapseltes junges Distoma.** *c* Cyste. ***I* Junges Distoma im Darme des Schafes.**

Die Embryonen müssen eine Wasserschnecke, Limnaeus truncatulus, antreffen und in deren Athemhöhle eindringen, um sich weiter zu entwickeln. Hier verlieren sie das Wimperkleid; die Augen, das Ganglion, die Körnermasse verkümmern. Ihr Leib stellt einen Schlauch dar, welcher in seinem Innern eine gewisse Anzahl von Zellenballen enthält, die sich aus den Keimzellen oder parthenogenetischen Eiern entwickelt haben. Anstatt dass sich also die jungen Thierchen, die man als Sporocysten (C) bezeichnet, weiter zu neuen Distomen entwickeln, bleiben sie nicht nur frühzeitig auf einer niedern Entwickelungsstufe stehen, sondern sie erleiden sogar eine beträchtliche Rückbildung. Es

ist, als ob eine frühzeitige Fortpflanzung die einzige Aufgabe dieser Sporocysten wäre. Die in ihnen enthaltenen Zellballen entwickeln sich in der That wieder zu neuen Keimen, die als Redien (D, E) den Körper der Sporocyste verlassen, welche schliesslich zu Grunde geht und sich also nie zu einem Leberegel entwickelt. Die frei gewordenen Redien, die sich aus den parthenogenetischen Eiern der Sporocysten entwickelt haben, gelangen auf eine höhere Stufe der Ausbildung als ihre Mutter. Sie haben am vordern Körperende eine saugnapfähnliche Bildung, ferner einen Pharynx, ein einfaches Darmrohr und eine Geburtsöffnung, hinten 2 stummelförmige Fortsätze. Auch bei ihnen finden sich zwischen Darm und Leibeswand zahlreiche Keimzellen, die sich früh zu entwickeln, zu furchen beginnen. Die Redien werden in der That ebensowenig wie die Sporocysten zu Leberegeln; sie kriechen zunächst in der Athemhöhle ihres Wirthes, Limnaeus truncatulus, umher und dringen dann in dessen Leber ein. Die in ihnen sich entwickelnden Keime werden wieder zu Redien, die durch die Geburtsöffnung austreten und neben ihren Eltern in der Leber schmarotzen. Auch diese 2. Generation von Redien (F) pflanzt sich parthenogenetisch fort. Aus den Keimen entwickeln sich aber während der wärmern Jahreszeit nicht wieder Redien, sondern Larven, die als Cercarien bezeichnet werden (G). Diese Cercarien zeigen schon den Bau eines jungen Distoma, sie sind flach, haben einen Mund- und Bauchsaugnapf, einen Pharynx und einen gabelspaltigen Darm, ein durch eine Quercommissur verbundenes Doppelganglion vor und über dem Pharynx, die beiden Hauptstämme des Exkretionssystems und ausserdem — dies ist für die Cercarien charakteristisch — einen beweglichen Schwanzanhang. Die Cercarien treten durch die Geburtsöffnung aus dem Körper ihrer Mütter, der Redien, aus, verlassen ihren Wirth, gelangen ins freie Wasser, in welchem sie vermittelst ihres Ruderschwanzes eine Zeit lang umherschwimmen. Sie lassen sich dann auf in Wasser wachsenden Gräsern oder auf Pflanzen überschwemmter Wiesen nieder, verlieren ihren Ruderschwanz und kapseln sich mit Hülfe des Sekretes von 2 mächtigen, in den Seitentheilen des Körpers liegenden Drüsen *cd* ein. In diesem eingekapselten Zustande (H) können sie längere Zeit verharren und auch Trockenheit vertragen. Mit dem Futter gelangen sie gelegentlich in den Darm der Schafe, wo vermuthlich die Kapsel aufgelöst wird und das junge Distoma durch die Gallengänge in die Leber eintritt. Ein solches junges Distoma mit beginnender Verästelung der Darmschenkel ist in Fig. 119 I abgebildet.

In ähnlicher Weise verläuft, soweit sie bekannt ist, die Lebensgeschichte anderer endoparasitischer Trematoden. Häufig jedoch dringt die freischwimmende Cercarie in einen 2. Zwischenwirth ein, in welchem sie sich unter Verlust des Schwanzes einkapselt. Dieser 2. Wirth ist gewöhnlich ein wirbelloses Thier. Die eingekapselte Cercarie gelangt in den Körper des definitiven Wirthes (gewöhnlich ein Wirbelthier) dadurch, dass ihr Wirth von diesem letztern gefressen wird.

Es folgen also bei den endoparasitischen Trematoden mehrere verschiedene Generationen in regelmässiger Weise auf einander. Die sich durch befruchtete Eier fortpflanzende Generation erreicht immer die volle Organisationshöhe der Trematoden; die darauf folgenden sich parthenogenetisch fortpflanzenden Generationen, die in andern Wohnthieren leben, erreichen diese Organisationshöhe nie, sie sind ausserordentlich frühreif und gehen zu Grunde, nachdem sie sich in einem, einem

frühen Embryonalstadium entsprechenden Jugendzustande fortgepflanzt haben. Die verschiedenen Generationen werden als Sporocysten, Redien und Distomagenerationen bezeichnet. Das regelmässige Abwechseln solcher Generationen bezeichnet man als Heterogonie.

XV. Die Lebensgeschichte der Cestoden.

Aus den befruchteten Eiern der Cestoden geht, gewöhnlich während sie noch in ihren Eischalen im Uterus liegen, ein Embryo hervor, den man, da er mit 6 Haken ausgestattet ist, als 6hakigen Embryo bezeichnet. Die Schicksale dieses Embryo, der nur bei Bothriocephalus als ein bewimperter Embryo frei im Wasser herumschwimmt, ist bei den verschiedenen Cestoden recht verschieden. Bei Taenia cucumerina, welche im Darm des Hundes schmarotzt, gelangt derselbe in den Körper der Hundelaus, Trichodectes canis. Er entledigt sich hier der Eischale und gelangt in die Leibeshöhle, wo er sich zu einem kleinen Wurme entwickelt, an dessen einem Ende sich der Kopf mit seinem Rostellum und seinen 4 Saugnäpfen bildet, während am andern Ende der Porus des Exkretionssystems nachgewiesen wurde. Der Kopf ist etwas in den Körper eingesenkt. Der Körper ist mit zahlreichen Kalkkörperchen erfüllt. Wir haben es hier einfach mit einem ungegliederten, noch nicht geschlechtlich entwickelten Jugendzustande des Bandwurmes zu thun, der mit einer jugendlichen Amphilina oder Caryophyllaeus oder Archigetes verglichen werden kann. Indem sich der Hund leckt und reinigt, gelangt der Wirth dieser Jugendform, die wir einfach als Scolex bezeichnen können, gelegentlich in den Darm desselben. Die Laus wird aufgelöst. Der Scolex widersteht der Verdauung, indem seine Kalkkörper die sauren Magensäfte neutralisiren. Er heftet sich an die Darmwand an und fängt nun an durch sogenannte terminale Knospung oder Strobilation die Kette der Proglottiden zu erzeugen, in denen sich die Geschlechtsorgane entwickeln.

In diesem einfachen Falle sehen wir, dass wir es vom Ei bis zum strobilirenden Darmscolex immer mit einer und derselben Person zu thun haben. Der 6hakige Embryo, der Scolex in der Leibeshöhle der Laus, der strobilirende Scolex im Darme des Hundes sind dieselbe Person in verschiedenen Stadien der Entwickelung und an verschiedenen Wohnorten. Wir haben es also mit der Entwickelungsgeschichte eines einzigen Individuums zu thun. Bei den meisten Cestoden erscheint diess in Folge von eigenthümlichen Complicationen in der Entwickelung durchaus nicht so selbstverständlich. Bei einer Reihe von Cestoden, zu denen Taenia solium und saginata gehören, verwandelt sich der 6hakige Embryo in den Geweben des Wirthes in eine bisweilen von einer besondern, den Geweben des Wirthes entstammenden Kapsel oder Cyste umgebene Blase, durch Ansammlung von Flüssigkeit im Innern. Aus der Wand dieser Blase, die man als Finne oder Cysticercus bezeichnet, entsteht im Grunde einer nach innen umgestülpten Hohlknospe ein Bandwurmkopf mit Saugnäpfen, Rostellum u. s w. (Fig. 120). Während die meisten Forscher diesen Vorgang als Knospung betrachten, halten wir ihn einfach für Wachsthum und Differenzirung. Der Kopf mit der Blase ist für uns ein junger geschlechtsloser Cestode, der dem Scolex der Taenia cucumerina in der Leibeshöhle der Laus entspricht, nur dass sich hier der Rumpf des Scolex durch Ansammlung von Flüssigkeit zu einer grossen Blase ausdehnt, bevor sich der Kopf des

Bandwurms mit seinen Saugnäpfen u. s. w. anlegt. Die Entwickelung dieser Blase dürfte als eine specielle Anpassung zum Schutze des Kopfes betrachtet werden. Gelangt ein solcher Cysticercus mit den Geweben seines Wirthes in den Darm eines neuen Wohnthieres, so wird nicht nur die Kapsel, sondern auch die ganze Blase aufgelöst, während der Kopf und die Halsanlage, die sich ausstülpen, vermöge der in ihnen enthaltenen Kalkkörper der Verdauung widerstehen. Mit andern Worten, es verliert der junge, geschlechtslose, ungegliederte Bandwurm den blasenförmig entwickelten Rumpf. Der Scolex setzt sich vermöge der Haftapparate an der Darmwand fest und regenerirt sofort den verlorenen Körpertheil in Form der ersten, in der entwickelten Bandwurmkette letzten und ältesten Proglottis, auf die dann noch neue Glieder folgen.

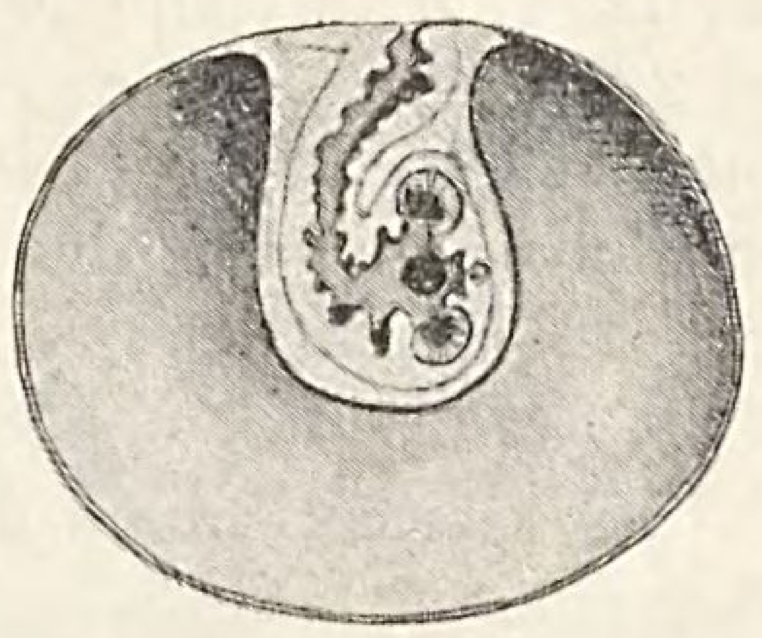


Fig. 120. **Cysticercus cellulosae. Finne von Taenia solium.** Durch einen Schnitt halbirt. Man sieht den in die Blase eingestülpten Scolex mit den Saugnäpfen und dem Rostellum. Nach Leuckart.

Die Blase ist bei den Cysticerken der verschiedenen Bandwürmer verschieden stark entwickelt, je nachdem sich viel Flüssigkeit ansammelt. Bald ist sie gross-kuglig, bald ist sie nur als eine kleine Anschwellung am Hinterende des wurmförmigen Cysticercus sichtbar.

Bei einzelnen wenigen Bandwürmern wird die Entwickelung durch das Auftreten eines Generationswechsels complicirt, indem sich die ungegliederte Jugendform des Zwischenwirthes, die Finne, auf ungeschlechtlichem Wege durch Knospung vermehrt. An der Wand der Finne entsteht nämlich nicht nur eine Kopfanlage, sondern deren mehrere, ja sehr viele. Eine solche Finne wird als Coenurus bezeichnet. Sie kommt bei Taenia coenurus vor. Bei der unter dem Namen Echinococcus bekannten Finne der Taenia echinococcus des Hundes entstehen im blasenförmigen Körper durch Einstülpung der Wand in das Innere zahlreiche Tochter-, ja Enkelblasen, an deren Wand sich mehrere Köpfe bilden.

Es sei hier noch bemerkt, dass frei im Wasser lebende geschlechtslose Scolices beobachtet worden sind.

Der Einfluss der parasitischen Lebensweise auf Bau und Entwickelung der Thiere.

Zum ersten Mal bei den Metazoen treffen wir im Kreise der Plathelminthen die parasitische Lebensweise als eine weit verbreitete Erscheinung. Von den drei diesen Kreis bildenden Klassen bestehen die beiden Klassen der Trematoden und Cestoden aus lauter parasitischen Formen, während die allermeisten Turbellarien freilebend sind. Der Uebergang von der freien zu der parasitischen Lebensweise bringt so tiefgreifende Veränderungen in den Existenzbedingungen mit sich, dass dadurch nothwendigerweise die vorher bestehende Organisation, Entwickelung und Lebensgeschichte der Thiere stark beeinflusst werden muss. Diesen Einfluss können wir überall im Thierreiche, wo in einer natürlich umgrenzten Thiergruppe parasitische

neben freilebenden Formen vorkommen, in übereinstimmender Weise constatiren. Gleichartige Abänderungen in den Existenzbedingungen haben auch gleichartige Abänderungen im Bau nnd Entwickelung zur Folge.

Unter den Parasiten können wir, wenn wir von feineren Nuancirungen in der Lebensweise absehen, 2 Hauptgruppen unterscheiden: 1. die Ectoparasiten, welche an der äussern Oberfläche anderer Thiere schmarotzen, und 2. die Endoparasiten, welche im Darmkanal oder andern inneren Organen schmarotzen. Die Ectoparasiten vermitteln in mancher Beziehung den Uebergang von den nicht parasitischen Thieren zu den Endoparasiten, denn sie haben auch noch Beziehungen zur Aussenwelt beibehalten, welche die letztern völlig aufgegeben haben.

Die parasitische ist mit Bezug auf den Nahrungserwerb die bequemste Lebensweise. Die Schmarotzer ernähren sich auf Kosten der ihnen reichlich zur Verfügung stehenden Säfte oder Gewebe der Wohnthiere. Einmal auf oder in den Körper des Wirthes gelangt, ist es für sie von dem grössten Nutzen, den einmal gewonnenen Platz zu behaupten. Daher die zahlreichen und mannigfaltigen Einrichtungen zum Festhaften des Körpers. Bei den Trematoden und Cestoden finden wir Saugnäpfe, Haken, ausstülpbare, mit Widerhaken besetzte Rüssel und andere Haftapparate.

Viele Parasiten besitzen Saugapparate, um die Säfte des Wirthes zu saugen. Trematoden saugen mit dem Mundsaugnapf und dem Pharynx Schleim an der Oberfläche des Körpers oder Speisebrei im Darm u. s. w.

Die ectoparasitischen Trematoden besitzen einen wohl entwickelten Darmkanal, der oft noch reichlich verästelt ist, bei den endoparasitischen Formen, die schon z. Th. gelösten Speisebrei in sich aufnehmen, ist das Verdauungsgeschäft erleichtert. Der Darm ist bei den endoparasitischen Trematoden auf zwei Gabeläste oder auf einen einfachen Blindsack reducirt; bei der parthenogenetisch sich fortpflanzenden Sporocystengeneration ist er ganz rudimentär geworden. Hier erfolgt die Ernährung einfach durch Diffusion der Säfte des Wirthes durch die äussere Haut des Parasiten. Das Gleiche ist der Fall bei den Cestoden, die den Darmkanal völlig eingebüsst haben. — Wir constatiren also mit der fortschreitenden Accentuirung der parasitischen Lebensweise eine fortschreitende Verkümmerung des Gastrokanalsystems, bis zu dessen vollständigem Schwunde.

Das Vermögen der activen Locomotion ist im allgemeinen den Endoparasiten von sehr geringem Nutzen. Es ist deshalb bei ihnen auch sehr beschränkt und die ihr dienenden Theile, Bewegungsorgane und Muskulatur, sind dem entsprechend mehr oder weniger verkümmert. Viele Ectoparasiten (freilich nicht gerade unter den Plathelminthen) besitzen ein wohl entwickeltes Locomotionsvermögen, das für sie auch vornehmlich zum Zwecke der Infektion neuer Wirthe von grossem Nutzen ist (man denke an den Floh). Manche dieser Thiere vermögen in der That wenigstens zeitweise ein freies Leben zu führen. Bei ihnen ist deshalb gewöhnlich das Locomotionssystem und seine Muskulatur weniger rückgebildet als bei den Endoparasiten.

Bei der sehr beschränkten Locomotion der Endoparasiten ist für sie auch, wenigstens während der Dauer ihres Parasitismus, die Orientirung durch besondere Sinnesorgane unnöthig. Schon die ectoparasitischen Trematoden sind viel spärlicher mit Sinnesorganen ausgestattet als die freilebenden Plathelminthen. Sie besitzen wenigstens noch, wenn auch sehr einfache, Augen. Die endoparasitischen Trematoden haben auch diese Sinnesorgane eingebüsst, welche letztern nur vorübergehend bei freibeweglichen Jugendstadien: den

bewimperten Larven und den Cercarien auftreten. Den Cestoden fehlen besondere Sinnesorgane gänzlich.

Der Grad der Ausbildung des Nervensystems hängt ab: 1. von dem Grade der Ausbildung der Muskulatur und 2. von dem Grade der Entwickelung der Sinnesorgane. Wir begreifen deshalb, weshalb bei den parasitischen Plathelminthen sich das Nervensystem von den ectoparasitischen Trematoden zu den endoparasitischen und schliesslich zu den Cestoden in mancher Beziehung, besonders was den sensiblen Theil desselben betrifft, sehr stark vereinfacht. Entsprechend der starken Ausbildung der Muskulatur der Haftapparate ist das mit ihr in Zusammenhang stehende Nervensystem mehr oder weniger kräftig ausgebildet. Man vergleiche die starke Entwickelung des Nervensystems im Kopfe der Cestoden mit der starken Reduction desselben in den Gliedern.

Die Parasiten scheinen ein sehr wenig entwickeltes Respirationsbedürfniss zu haben. Die Verhältnisse in andern Abtheilungen des Thierreichs lehren, dass die Respirationsorgane besonders bei Endoparasiten sehr häufig rückgebildet sind. Den parasitischen Plathelminthen fehlt das Wimperkleid.

Das Exkretionssystem ist bei den Parasiten unter den Plathelminthen mindestens ebenso kräftig entwickelt, wie bei den freilebenden Plattwürmern.

Auch die Geschlechsorgane sind bei den erstern mindestens ebenso stark, ja noch stärker entwickelt, als bei den letztern. Reife Distomeen oder reife Cestodenglieder bestehen fast ausschliesslich aus dem Geschlechtsapparat und den Geschlechtsprodukten. Davon sprechen wir noch gleich nachher.

Wir sehen also, dass mit zunehmender Accentuirung der parasitischen Lebensweise eine Verkümmerung der Sinnesorgane, des Nervensystems, eines besonderen Verdauungssystems, der Bewegungsorgane und auch der Respirationsorgane gleichen Schritt hält, also eine Degeneration aller Organe mit Ausnahme der Geschlechts- und Exkretionsorgane und der Haft- und Saugapparate.

Nicht minder auffallend ist der Einfluss der parasitischen Lebensweise auf die Entwickelung, überhaupt auf die gesammte Lebensgeschichte der Parasiten.

Würde ein Schmarotzer zeitlebens und in allen Entwickelungsstadien an oder in einem und demselben Wirthe parasitisch leben, so würde er mit dem Tode des letztern ebenfalls zu Grunde gehen und die Art, zu der er gehört, würde bald zu Grunde gehen. Es muss also in irgend einer Weise für die Infektion neuer Wohnthiere Sorge getragen sein. In einfachster Weise geschieht diese Infektion bei den meisten Ectoparasiten. Von diesen haben viele während ihrer Jugendzeit die freie Lebensweise beibehalten, so dass sie ihre Wirthe selbst aufsuchen können. Andere haben sich überhaupt das Vermögen freier Locomotion bewahrt und erinnern in ihrer Lebensweise noch sehr an einfach räuberische Thiere. Bei den ectoparasitischen Trematoden weiss man sehr wenig über die Art und Weise der Infektion neuer Wirthe, man weiss aber — und das ist sehr wichtig — dass ihre Entwickelung direkt und ohne Zwischenwirthe, die zu anderen Thiergruppen als das definitive Wohnthier gehören, verläuft. Bei den Endoparasiten ist die Lebensgeschichte, wie wir gesehen haben, complicirter. Aber auch hier dürften ursprünglich freilebende und sich bewegende Jugendformen für die Ausbreitung der Individuen, die Infektion neuer Wirthe, somit für die Erhaltung der Art gesorgt haben. Die Beobachtung freier Scolices legt die Vermuthung nahe, dass sich ursprünglich aus dem befruchteten Ei eine freilebende Jugendform, ein Scolex entwickelte, der in irgend einer Weise wieder in den Körper des definitiven Wirthes gelangte. Die meisten Parasiten sind Specialisten, d. h. sie ge-

deihen nur im Körper einiger oder weniger ganz bestimmter Thierarten. Von ihren Eiern oder Jugendformen aber gelangen gewiss durchschnittlich nur sehr wenige in den Körper der wahren Wirthe, viele gehen zu Grunde, ohne überhaupt einen Wirth zu erreichen, manche gelangen an den unrechten Ort, sie „verirren“ sich in den Körper anderer als der gewöhnlichen Wirthe und gehen hier zu Grunde, oder können sich hier einige Zeit erhalten, auch, wie die Erfahrung lehrt, etwas weiter entwickeln, zur vollen Ausbildung aber gelangen sie nicht oder sehr selten. Dies wirft vielleicht Licht auf den Ursprung der Entwickelung vermittels sogenannter Zwischenwirthe. Die Fleischfresser verzehren bestimmte Thiere als Lieblingsnahrung; diese letzteren sind selbst wieder Fleischfresser oder sie sind Pflanzenfresser. Gelangten die Eier oder Jungen eines Parasiten zufällig in den Körper eines Thieres, welches die Lieblingsnahrung ihres definitiven Wirthes ist, und konnten sie sich hier kürzere oder längere Zeit am Leben erhalten, so wurde die Wahrscheinlichkeit viel grösser, dass sie mit dem Körper ihres neuen (Zwischen-)Wirthes in den Darm des definitiven Wirthes gelangten. Eine solche oder ähnliche vortheilhafte Art der Einschmuggelung in den Körper des definitiven Wirthes konnte sich als die für die Erhaltung der Art vortheilhafteste immer mehr einbürgern und schliesslich zur normalen Infektionsweise werden.

In der systematischen Uebersicht sind für mehrere Trematoden und Cestoden ausser den definitiven Wirthen auch die Zwischenwirthe angegeben. Man wird, besonders bei den Cestoden, leicht die biologischen Beziehungen zwischen Wirth und Zwischenwirth erkennen.

Bisweilen kommt nicht nur ein, sondern 2 Zwischenwirthe im normalen Lebenslaufe vor. Oft vermitteln freilebende Jugendformen, wie z. B. die bewimperten Larven bei den Trematoden, die Uebertragung der Parasiten vom Wirth auf den Zwischenwirth oder, wie die Cercarien, vom Zwischenwirth auf den Wirth.

Bei den Cestoden konnte durch die passive Wanderung der verschiedenen Stadien der Parasiten von Wirth zu Wirth der Parasitismus so weit gedeihen, dass die Thiere zu keiner Zeit ihres Lebens mehr eine freie Lebensweise führen. Der degenerirende Einfluss der parasitischen Lebensweise hat sich denn hier auch auf allen Entwickelungsstadien geltend gemacht.

Wie raffinirt nun auch die Schliche zur Infektion neuer Wohnthiere sein mögen, so hängt der Erfolg derselben doch immer in ausserordentlich hohem Maasse vom Zufall ab. Es ist ein Zufall, wenn das Ei oder der Embryo von Dist. hepaticum in das Wasser gelangt; ein Zufall, wenn er einen Limnaeus truncatulus antrifft; ein Zufall, wenn die eingekapselte Cercarie mit der Pflanze, auf der sie liegt, von einem Schafe gefressen wird. Tausende und aber Tausende von Eiern verfehlen so ihr Ziel. Es ist deshalb bei den Parasiten noch in anderer Weise für die Erhaltung der Art gesorgt, nämlich durch ihre ausserordentliche Fruchtbarkeit und durch das hoch entwickelte Vermögen der Fortpflanzung. Dies Vermögen wird ihnen wegen der denkbar günstigsten Existenzbedingungen, in denen sie sich befinden, sehr leicht. Ein Distoma, ja eine einzige Proglottis einer Taenia vermag Tausende, Hunderttausende von Eiern und Embryonen zu erzeugen. Und wenn von allen diesen Eiern durchschnittlich nur 1 oder 2 zum Ziele gelangen, so ist für die Erhaltung der Art gesorgt. Der geschlechtlichen Vermehrung durch befruchtete Eier kommt noch die Vermehrung durch Knospung zu Hülfe (bei den gegliederten Bandwürmern und bei den unter den Namen Echinococcus und Coenurus bekannten Jugendformen).

Wenn auch bei den Trematoden die in den sogenannten Zwischenwirthen lebenden Generationen nicht in so günstigen Verhältnissen leben, dass sie zu erwachsenen Trematoden mit ausgebildeten männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen sich entwickeln können, so haben sie doch trotz ihres verkümmerten Zustandes die Fähigkeit erworben, frühreif eine Art Eier, die Keimzellen, zu produciren, die sich von der Befruchtung dispensiren und trotzdem entwickeln (parthenogenetische Fortpflanzung der Sporocysten und Redien).

Wenn wir den degenerirten Zustand der Sporocysten betrachten, so erscheint die Vermuthung nicht unbegründet, dass die Dicyemiden und Orthonectiden (vergl. p. 58) die mit diesen Sporocysten grosse Aehnlichkeit haben, degenerirte Trematoden sind, aus deren Lebensgeschichte die Distoma entsprechende typische Trematodengeneration vollständig verschwunden ist.

Strobilation und Segmentation.

Wir haben gesehen, dass der Körper der meisten Cestoden gegliedert ist, und wir haben diese Gliederung als das Resultat einer axialen Knospung oder Strobilation bezeichnet. Der ganze gegliederte Körper ist also ein Thierstock. Bei einzelnen Turbellarien, vornehmlich bei Gunda, kommt auch eine Gliederung zu Stande, aber in ganz anderer Weise, durch regelmässige Anordnung der bei den Polycladen und Tricladen in der Mehrzahl vorhandenen Organe, die sich meist paarweise von vorn nach hinten wiederholen. Es wiederholen sich in regelmässigen Abständen: die Quercommissuren des Nervensystems (Strickleiternervensystem), die männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen, die seitlichen Darmäste, die dazwischen liegenden Dissepimente und die Ausmündungen des Wassergefässsystems. Ein solcher segmentirter Körper entspricht einer einfachen Plathelminthen-Person, nicht einem Plathelminthenstock; er entsteht nicht durch Knospung. Strobilation und Segmentation sind also scharf auseinanderzuhalten.

Litteratur.

L. v. Graff. *Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelidea. Leipzig* 1882.

Arnold Lang. *Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel. (Fauna und Flora des Golfes von Neapel XI). Leipzig* 1884.

Is. Ijima. *Ueber Bau und Entwickelung der Süsswasserplanarien (Tricladen). Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 1885.

R. Leuckart. *Die Parasiten des Menschen.* 2. *Auflage. Noch nicht vollendet.*

Zahlreiche Abhandlungen und Werke von Sieboldt, Leuckart, Pagenstecher, Ercolani, Vogt, M. Schultze, O. Schmidt, Quatrefages, Hallez, v. Graff, Selenka, Götte, Wagener, v. Beneden, Zeller, Braun, v. Kennel, Schauinsland, Thomas, Sommer, Landois, Pintner, Küchenmeister, Fraipont, Lang u. s. w.

IV. KAPITEL.

Von der Organisation und Enwickelung der Würmer (Vermes).

Der Kreis der Würmer ist auch nach Ausschluss der Plathelminthen, die bisher mit ihnen vereinigt worden sind, noch keine natürliche, wohl umgrenzte Abtheilung des Thierreiches, sondern stellt nach wie vor eine Rumpelkammer dar, in welcher man alle diejenigen Gruppen zusammenstellt, die man nicht anderswo unterbringen kann. Es ist deshalb schwer, den Kreis der Würmer anders als durch negative Merkmale zu charakterisiren. Alle Würmer sind bilateral-symmetrische Thiere, im Einzelnen aber von der verschiedenartigsten Gestalt. Sie erheben sich über die Coelenteraten und Plathelminthen durch den Besitz eines Afters und eines Blutgefässsystems, das physiologisch eine der Funktionen des Gastrokanalsystems der Coelenteraten und Plathelminthen übernimmt. Wo ein After und ein Blutgefässsystem fehlt, ist dasselbe vielleicht sekundär rückgebildet. Der Mund liegt am vordersten Körperende, ursprünglich immer auf der Bauchseite. Eine Leibeshöhle fehlt entweder oder ist in sehr verschiedenem Grade ausgebildet. Unter dem äusseren Körperepithel befindet sich bei allen unbeschalten Formen eine meist kräftige Muskelschicht (Hautmuskelschlauch). Das Nervensystem ist in sehr verschiedener Weise ausgebildet. Konstant ist nur das Vorkommen eines über dem Schlunde gelagerten Nervencentrums (Gehirn, oberes Schlundganglion). Meist kommt noch ein den Schlund umfassender Nervenring, der Schlundring, dazu, von dem Längsstämme in verschiedener Zahl, Lage und Anordnung nach hinten verlaufen. Alle diese Theile, Gehirn, Schlundring und Längsstämme gehören zum centralen Nervensystem. Exkretionsorgane (Nephridien) kommen bei allen Abtheilungen vor, zeigen aber ein äusserst verschiedenes Verhalten. Oft übernehmen sie die Funktion der Ausleitung der Geschlechtsprodukte nach aussen. Gegliederte Körperanhänge (Extremitäten) fehlen ebenso durchgängig, als ein gesondertes, muskulöses, auf der Bauchseite gelegenes Bewegungsorgan (Fuss). Ein streng localisirtes Centralorgan des Blutgefässsystems (Herz) ist nur bei Brachiopoden beobachtet worden.

IV. Kreis oder Stamm des Thierreichs.

Vermes. Würmer.

Systematische Uebersicht.

I. Klasse. **Nemertini (Rhynchocoela). Schnurwürmer.**

Körper bewimpert, äusserlich umgegliedert, langgestreckt, meist dorsoventral etwas abgeplattet. Ohne deutliche Leibeshöhle, Darm gerade, meist mit seitlichen Aussackungen, After am hintern Leibesende. Ueber dem Darm ein gewöhnlich vor und über dem Munde ausmündender Rüsselapparat. Das centrale Nervensystem besteht aus einem zwischen Rüssel und Schlund liegenden Gehirn und zwei seitlichen Längsstämmen. Blutgefäss- und Exkretionssystem vorhanden. Geschlechter getrennt. Durch regelmässige Wiederholung innerer Organe (seitliche Darmdivertikel, Ringcommissuren der Längsnerven, Geschlechtsdrüsen) kommt häufig eine Art innerer Segmentation (Pseudometamerie) zu Stande. Leben fast ausschliesslich im Meere.

I. Ordnung. Palaeonemertini.

Kopf ohne tiefe seitliche Längsfurchen. Rüssel ohne Stacheln. Mund hinter dem Gehirn. Carinella, Polia.

II. Ordnung. Schizonemertini.

Jederseits am Kopfe eine tiefe Längsspalte. Rüssel ohne Stacheln. Mund hinter dem Gehirn. Lineus, Borlasia, Cerebratulus, Langia.

III. Ordnung. Hoplonemertini.

Kopf ohne tiefe seitliche Längsfurchen. Rüssel mit einem oder mehreren Stacheln bewaffnet. Mund meist vor dem Gehirn. Amphiporus, Drepanophorus, Tetrastemma. Nemertes.

IV. Ordnung. Malacobdellini.

Kopf ohne seitliche Längsfurchen. Rüssel ohne Stacheln. Eine Saugscheibe am hintern Körperende. Malacobdella. Parasitisch in Meeresmuscheln.

II. Klasse. **Nemathelmia. Rundwürmer.**

Körper drehrund, spindel- oder fadenförmig, ungegliedert, mit einer dicken Cuticula bedeckt. Leibeshöhle gewöhnlich geräumig. Darm gerade oder fehlend. After am hintern Körperende. Kein demjenigen anderer Würmer vergleichbares Blutgefäss- und Exkretionssystem. Geschlechter gewöhnlich getrennt. Nervensystem: ein Schlundring, ein medio-dorsaler und medio-ventraler Längsstamm. Eine innere Metamerie fehlt, nur die Ringcommissuren der Längsnerven können sich bei Nematoden ziemlich regelmässig wiederholen. Leben meist parasitisch.

I. Ordnung. Nematodes.

Mit Darmkanal, ohne Rüssel. Familie Enoplidae meist frei im Meere, seltener im süssen Wasser oder auf der Erde lebende Nematoden

ohne Schlundkopf, häufig mit Augen. Familie Anguillulidae. Kleine, theils parasitisch, theils frei lebende Thierchen mit doppeltem Schlundkopf, ohne Augen. Tylenchus scandens, Weizenälchen, in Weizenkörnern. Anguillula aceti, in Kleister, gährendem Essig u. s. w. Rhabditis nigrovenosa. In feuchter, schlammiger Erde. Getrennt geschlechtlich. Die Weibchen sind lebendig gebärend und erzeugen nur sehr wenige (höchstens 4 Junge), welche nach dem Ausschlüpfen in die Lunge von Fröschen und Kröten einwandern und sich dort zu reifen, aber hermaphroditischen Thieren (Ascaris nigrovenosa) entwickeln, aus deren befruchteten Eiern wieder die frei lebende Rhabditisgeneration hervorgeht. Die Lebensgeschichte ist also mit einer Art Heterogonie verknüpft. — Sphaerularia bombi. Die Rhabditis ähnliche Jugendform lebt in der Erde. Die befruchteten Weibchen wandern in Hummelweibchen ein, wo sie in der Leibeshöhle oder am Darm schmarotzen. Der mit Embryonen erfüllte Uterus fängt frühzeitig an, sich bruchsackartig aus der Genitalöffnung auszustülpen, und wird zu einem grossen Schlauche, an welchem der Wurmkörper schliesslich nur ein kleines, unbedeutendes Anhängsel bildet. Mermithidae. Ohne After. Die Jungen schmarotzen in der Leibeshöhle von Insekten, sie wandern in feuchte Erde aus, wo sie geschlechtsreif werden und sich fortpflanzen. Mermis nigrescens. Filariidae. Filaria medinensis. Medinawurm. Kann bei einer Dicke von 0,5 — 2 mm fast einen Meter lang werden; in heissen Gegenden der alten Welt. Im Unterhautbindegewebe des Menschen. Die Jungen in kleinen Krebsen (Cyclopiden).

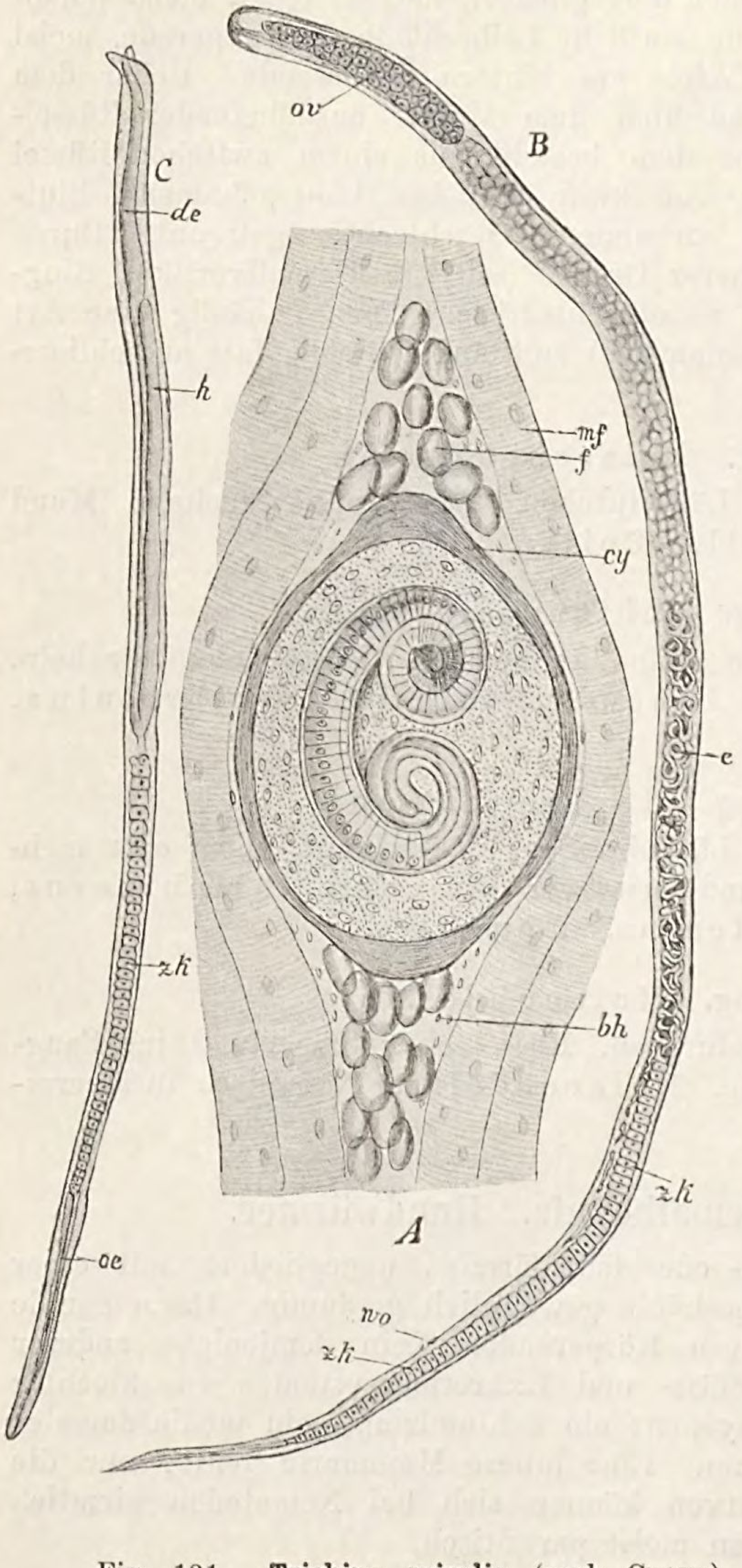


Fig. 121. **Trichina spiralis** (nach Claus). *A* **Eingekapselte Muskeltrichine.** *mf* Unveränderte Muskelfaser, *f* Fettkugeln, *cy* Cyste, *bh* bindegewebige Hülle. *B* **Weibliche Darmtrichine.** *ov* Ovarium, *e* Embryonen, *zk* Zellkörper (auf den Oesophagus folgender Darmabschnitt), *wo* weibliche Oeffnung. *C* **Männliche Darmtrichine.** *oe* Oesophagus, *zk* Zellkörper, *h* Hode, *de* Ductus ejaculatorius.

Trichotrachelidae. Trichocephalus dispar, Peitschenwurm, mit angeschwollenem Hinterleib. Im Blinddarm des Menschen. **Trichina spiralis**, Trichine (Fig. 121). Lebt geschlechtsreif als sogenannte Darmtrichine im Dünndarm des Menschen und vieler Säugethiere, ist lebendig gebärend, das Weibchen (B) ca. 3 mm, das Männchen (C) halb so lang. Die Jungen bohren sich in die Darmwand ein, gelangen von hier durch die Leibeshöhle oder mit dem Blut in den Gefässen in die Muskulatur, dringen in die Muskelfasern ein, wo sie sich mit einer später verkalkenden Cyste oder Kapsel umgeben (A). Eingekapselte Muskeltrichinen. Trichinenkrankheit. Der Mensch inficirt sich durch Genuss trichinösen ungekochten oder ungenügend gekochten Schweinefleisches. Die Schweine sind als Omnivoren leicht der Infektion ausgesetzt. Hauptträger der Trichinen sind aber vornehmlich die Ratten, welche gelegentlich die Leichen von Thieren der eigenen Art auffressen und so den Bestand der Parasiten sichern.

Strongyliden. Dochmius (Anchylostoma) duodenalis, mit kräftiger, mit Zähnen bewaffneter Mundkapsel. Weibchen bis 2 cm, Männchen halb so lang. Im Dünndarm des Menschen. (Egypten, Brasilien, Indien, Antillen, Schweiz, Italien, Belgien.) Vorzugsweise bei Gruben-, Bergwerks-, Tunnelarbeitern. Erzeugt die sogenannte Bergwerkeranämie. Eustrongylus gigas. Weibchen 30—100 cm lang. Im Nierenbecken des Hundes und anderer Säugethiere. Ascaridae. Ascaris lumbricoides. Spulwurm. Männchen bis 25 cm, Weibchen bis 40 cm lang. Im Dünndarm des Menschen. Oxyuris vermicularis. Weibchen bis 1 cm, Männchen halb so lang. Im Dickdarm des Menschen, besonders häufig bei Kindern. —

Unter den Nematoden nehmen die **Gordiiden** wegen besonderer, im anatomischen Theil zu besprechender Verhältnisse der innern Organisation eine ganz isolirte Stelle ein. Der Mund ist beim erwachsenen Thier verschlossen, der Darm zum Theil degenerirt. Gordius aquaticus. Im erwachsenen geschlechtsreifen Zustand frei im süssen Wasser. Die Embryonen wandern in Insektenlarven ein, wo sie sich einkapseln. Wenn diese Larven von im Wasser lebenden Raubinsekten gefressen werden, so entwickeln sich die Embryonen in der Leibeshöhle dieser neuen Wirthe weiter, um bei herannahender Geschlechtsreife in das Wasser auszuwandern. 30—90 cm lang, 1 mm dick.

II. Ordnung. Acanthocephali. Kratzer (Fig. 173, p. 260).

Mund und Darm fehlen. Am Vorderende ein vorstülpbarer hakentragender Rüssel. Lauter Schmarotzer. Echinorhynchus. E. gigas. Im Dünndarme der Schweine. Larve in Engerlingen.

III. Klasse. **Annulata. Glieder- oder Ringelwürmer.**

Körper gestreckt, drehrund oder dorsoventral mehr oder weniger abgeplattet. Haut weich oder mit einer mehr oder weniger harten und derben chitinartigen Cuticula. Die Metamerie oder Segmentirung des Körpers ist in den innern Organen, meist aber auch äusserlich ausgeprägt. Die Leibeshöhle mit Ausnahme der Hirudineen und Myzostomeen wohl entwickelt. Das Blutgefässsystem gewöhnlich gut ausgebildet, selten ganz reducirt. Der Darmkanal verläuft meist geradlinig vom Munde bis zum terminalen After. Das Nervensystem besteht aus Gehirn, Schlundring und meist deutlich segmentirter Bauchganglienkette. Das Exkretionssystem (bei den Myzostomen fehlend) besteht aus segmental angeordneten, paarigen Nephridien. Häufig übernehmen Nephridien die Funktion der Ausleitung der Geschlechtsprodukte.

I. Ordnung. Hirudinei = Discophori. Blutegel.

Körper äusserlich geringelt (Fig. 155, p. 233). Eine bestimmte Anzahl aufeinanderfolgender Ringel entspricht einem innern Segment. In der Umgebung des Mundes ein Mundsaugnapf, am hintern Körperende unter dem After ein Bauchsaugnapf. Haut weich. Borsten fehlen. Darm meist mit paarigen Seitentaschen. Leibeshöhle reducirt mit dem wohl entwickelten Blutgefässsystem communicirend. Zahlreiche segmental angeordnete Nephridienpaare (Schleifenkanäle), die nicht zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte verwendet werden. Hermaphroditen. Hoden in mehreren, segmental angeordneten Paaren, mit besonderen Leitungswegen, die mit einer äussern Geschlechtsöffnung ausmünden. Ein Paar Eierstöcke, vor den Hoden gelegen; weibliche Oeffnung hinter der männlichen, beide im vordern Körpertheil. Parasiten oder Räuber; im süssen Wasser, im Meere und auf dem Lande.

1. Unterordnung. Rhynchobdelliden. Rüsselegel.

Mit cylindrischem, frei in der Pharyngealtasche liegendem, röhrenförmigem Pharynx, der aus der Mundöffnung vorgestreckt werden kann. Clepsine, Pontobdella, Branchellion (mit kiemenartigen Anhängen auf dem Rücken). Letztere beiden im Meere, auf Selachiern.

2. Unterordnung. Gnathobdelliden. Kieferegel.

Der Pharynx ist eine muskulöse Verdickung der Schlundwand, die gegen das Lumen in Form von 3 bisweilen bezahnten Platten oder Leisten vorspringt.

Hirudo medicinalis, der gewöhnliche Blutegel. Haemopis. Aulastomum, Pferdeegel. Nephelis. Einzelne Hirudiniden leben auf dem Lande. Die übrigen Gnathobdelliden sind Süsswasserformen.

II. Ordnung. Chaetopoda. Borstenwürmer.

Der innern Gliederung entspricht meist eine äussere Gliederung des Körpers. In besonderen segmental angeordneten Drüsensäckchen der äussern Haut (Borstendrüsen) entstehen frei über die Haut vorragende Borsten. Leibeshöhle wohl entwickelt, vom Blutgefässsystem getrennt. Die Geschlechtsprodukte entwickeln sich in besonderen Bezirken des epithelialen Ueberzuges (Endothelium) der Leibeshöhle, fallen meist frühzeitig in die Leibeshöhle und werden von hier durch mehr oder weniger stark modificirte Nephridien (vasa deferentia, Ovidukte, Genitalschläuche, Segmentalorgane) nach aussen entleert. Die folgende Eintheilung ist eine künstliche und wurde nur aus praktischen Gründen beibehalten.

1. Unterordnung. Oligochaeta.

Die Borstendrüsen münden nicht auf besonderen fussstummelartigen Fortsätzen des Körpers, wie denn überhaupt äussere Anhänge (Fühler, Fühlercirren, Cirren, Kiemen u. s. w.) fehlen. Zwitter. Direkte Entwickelung. Im süssen Wasser und in der Erde. Fam. Aphanoneura. Acolosoma. Fam. Naidomorpha. Nais, Dero, Stylaria. Fam. Chaetogastridae. Chaetogaster. Fam. Discodrilidae. Hinteres Körperende zu einem Saugnapf umgebildet. Parasitisch auf Krebsen. Branchiobdella. Fam. Enchytraeidae. Pachydrilus, Enchytraeus, Anachaeta. Fam. Tubificidae. Tubifex, Psammoryctes, Clitellio, Limnodrilus. Fam. Phreoryctidae. Phreoryctes. Fam. Lumbriculidae. Lumbriculus, Rhynchelmis,

Stylodrilus. Fam. Criodrilidae. Criodrilus. Fam. Lumbricidae. Allurus, Dendrobaena, Allolobophora, Lumbricus (Regenwurm). Hieran sich anschliessend Urochaeta, Eudrilus, Acanthodrilus, Perichaeta, Pleurochaeta, Moniligaster.

Eine unsichere Stelle innerhalb der Chaetopoden nehmen die sogenannten Archianneliden (Polygordius, Protodrilus, Ctenodrilus, Histriobdella) und Saccocirrus ein, Formen, deren Organisation sich durch einfache, embryonale Beschaffenheit auszeichnet.

Zwischen Oligochaeten und Polychaeten stehen die Familien der Capitelliden, (Capitella, Notomastus, Dasybranchus) und Opheliaceen (Ophelia, Travisia, Polyophthalmus). Den erstern fehlen die Blutgefässe. Bei beiden sind die Parapodien stark reducirt. Kiemen können fehlen oder vorhanden sein. Kopf nicht deutlich gesondert.

2. Unterordnung. Polychaeta.

Die Borsten sitzen in verschieden stark entwickelten, segmental angeordneten Wülsten, Höckern oder Fussstummeln (Parapodien). Am Kopfe Fühler und Fühlercirren, an den Rumpfsegmenten Cirren, Kiemen oder andere Anhänge, die gewöhnlich auf den Parapodien stehen. Meist getrenntgeschlechtlich. Entwickelung mit Metamorphose. Marine Formen.

A. Sedentaria = Capitibranchiata. Röhrenwürmer. Pharynx (Rüssel) meist nicht vorstülpbar, ohne Kiefer. Augen fehlend oder klein, aber in grosser Anzahl am Kopfe. Parapodien schwach entwickelt, die obern mit Haarborsten, die untern sind Querwülste mit Hakenborsten. Kiemen meist auf die vordern Segmente oder auf den Kopf beschränkt. Leben in verschiedenartigen Wohnröhren. Fam. Cirratulidae. Cirratulus. Fam. Arenicolidae. Arenicola. Fam. Spionidae. Spio. Fam. Ariciidae. Aricia. Fam. Chloraemidae. Siphonostoma. Fam. Terebellidae. Lanice (Terebella), Polymnia, Amphitrite. Fam. Serpulidae. Serpula, Sabella, Spirographis, Myxicola, Protula. Fam. Hermellidae, Sabellaria (Fig. 147, p. 220). Fam. Sternaspidae, Sternaspis.

B. Errantia = Dorsobranchiata. Raubanneliden. Pharynx vorstülpbar, meist mit Kiefern; Kopf deutlich, meist mit wenigen, aber grösseren Augen. Parapodien wohl entwickelt. Kiemen gewöhnlich an den dorsalen Parapodien. Freischwimmende oder kriechende Thiere, von denen manche sich wenigstens zeitweise in selbst angefertigten Röhren aufhalten. Fam. Aphroditeae. Aphrodite, Hermione, Polynoe. Fam. Amphinomidae. Amphinome, Euphrosyne, Notopygos. Fam. Eunicidae. Diopatra, Eunice (Fig. 124, p. 188), Halla. Fam. Nereidae. Nereis, Nephthys. Fam. Glyceridae. Glycera. Fam. Syllidae. Haplosyllis, Syllis, Exogone, Autolytus, Myrianida. Fam. Hesionidae. Hesione. Fam. Phyllodocidae. Phyllodoce. Fam. Alciopidae. Alciope, Asterope. Fam. Tomopteridae. Tomopteris.

3. Unterordnung. Echiuridae.

Körper schlauchförmig, im erwachsenen Zustande ungegliedert oder ganz undeutlich gegliedert, ohne Parapodien, ohne Cirren, ohne Kiemen. Vorn auf der Bauchseite 2 Hakenborsten. In den Endtheil des vielfach gewundenen Darmes münden 2 Analdrüsen, die als Exkretionsorgane betrachtet werden. Ausserdem kommen 2 oder 3 Paar Nephridien oder nur

ein Nephridium vor. Vorderende des Körpers über dem Munde in einen langen, verschieden gestalteten, beweglichen Kopflappen mit ventraler Furche verlängert. Mit Blutgefässsystem. Getrennt-geschlechtlich. Entwickelung mit Metamorphose. Meeresthiere mit verborgener Lebensweise. Echiurus (Fig. 148, p. 223, Thalassema, Bonellia. Die winzig kleinen, „turbellarienähnlichen“, bewimperten Männchen der letzten Gattung leben parasitisch in den Weibchen.

III. Ordnung. Myzostomida.

Körper platt, scheibenförmig, äusserlich ungegliedert. Körperrand mit Cirren oder Wärzchen. Auf der Bauchseite in 2 Längsreihen 5 Paar Fussstummel mit Haken und Stützstab. Ausserhalb der Fussstummel jederseits 4 Sauggruben. Pharynx wie bei den Rhynchobdelliden unter den Hirudineen. Darm mit verzweigten Seitenästen. Leibeshöhle reducirt. Circulations-, Exkretions- und Athmungsorgane fehlen. Das Nervensystem besteht aus dem Schlundring und zu einer ventralen Ganglienmasse verschmolzenem Bauchmark. Das Gehirn ist reducirt. Hermaphroditen. Die Ovidukte münden mit dem Darm zusammen in eine Kloake. Die Samenleiter münden mit 2 getrennten Oeffnungen auf der Bauchseite. Neben hermaphroditischen Individuen kommen bei gewissen Arten noch kleinere Männchen vor (complementalmales). Parasitisch auf Crinoiden. Myzostoma (Fig. 176, p. 264).

IV. Klasse. **Prosopygii.**

Körper nackt oder beschalt, von sehr verschiedener Gestalt. Um den Mund ein Kranz von bewimperten Tentakeln oder Fiederchen, die sich häufig auf einem gemeinsamen hufeisenförmigen Tentakelträger (Lophophor) inseriren, der selbst wieder jederseits armartig ausgezogen sein kann. Ohne Fussstummel und meist ohne Borsten. Der After ist fast überall weit nach vorn gerückt. Der Darm verläuft nach hinten, um unter Bildung einer Schlinge nach vorn umzubiegen. Körper nicht oder ganz undeutlich segmentirt. Blutgefässsystem fehlt oder ist in verschiedenem Grade entwickelt. Zahl der Nephridien reducirt (höchstens 2 Paare). Sie dienen bisweilen als Leitungswege der Geschlechtsprodukte und münden vorn nicht weit vom After. Geschlechter getrennnt. Nur Phoronis ist hermaphroditisch. Leben im Meere, nur wenige Formen im süssen Wasser.

I. Ordnung. Sipunculacea.

Körper verlängert, schlauchförmig, nackt. Der vordere, meist verdünnte Körpertheil kann als Rüssel durch besondere Retractoren in den grössern und längern hintern (Rumpf) eingestülpt werden. Leibeshöhle sehr geräumig. Blutgefässsystem (?) stark reducirt oder fehlend. Das Centralnervensystem besteht aus Gehirn, Schlundring und medianem ventralen Längsstamm. Eine Segmentirung ist vielleicht durch regelmässig sich wiederholende Nervenringe angedeutet. Leben im Schlamm oder in Schlupfwinkeln im Meere.

1. Unterordnung. Sipunculidae.

After dorsal, vorn an der Grenze zwischen Rüssel und Rumpf. Mund von Tentakeln umstellt. Gewöhnlich 2 typische Nephridien, in der Nähe des Afters ausmündend, auch als Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte dienend. Das Gefässsystem besteht vorwiegend aus 2 den Vorderdarm begleitenden Tentakelgefässen. Sipunculus (Fig. 138, p. 206). Phascolosoma.

2. Unterordnung. Priapuliden.

After dorsalwärts am Hinterende. Keine Tentakel um den Mund. Kein Blutgefässsystem. Keine Nephridien. 2 Analdrüsen, die in unmittelbarer Nähe des Afters ausmünden und in der Jugend als Exkretionsorgane, im Alter als Geschlechtsorgane fungiren. Priapulus. Am Hinterende mit einem Büschel von Anhängen, die wahrscheinlich als Kiemen fungiren. Halicryptus ohne Schwanzanhang.

II. Ordnung. Phoronidea.

Körper wurmförmig, in einer festsitzenden chitinigen Röhre. Zahlreiche Tentakel stehen auf hufeisenförmiger Basis um den Mund. After ganz vorn dorsalwärts neben dem Mund. Um den Mund ein Nervenring (Schlundring). Zwei vorne ausmündende Nephridien, zugleich Leitungswege der Geschlechtsprodukte. Ein einfaches Blutgefässsystem vorhanden. Hermaphroditen. Einzige Gattung: Phoronis.

III. Ordnung.
Bryozoa. Moosthierchen.

Kleine Thierchen. After dorsalwärts in der Nähe des Mundes. Ein Gehirnknoten zwischen Mund und After. Nephridien, wenn vorhanden, in einem Paar, mit embryonalem Typus, in der Nähe des Mundes ausmündend, nicht als Leitungswege der Geschlechtsprodukte fungirend. Zahlreiche Tentakel auf einem oft hufeisenförmigen Träger um den Mund. Bilden meist durch Knospung verschieden gestaltete festsitzende Stöcke.

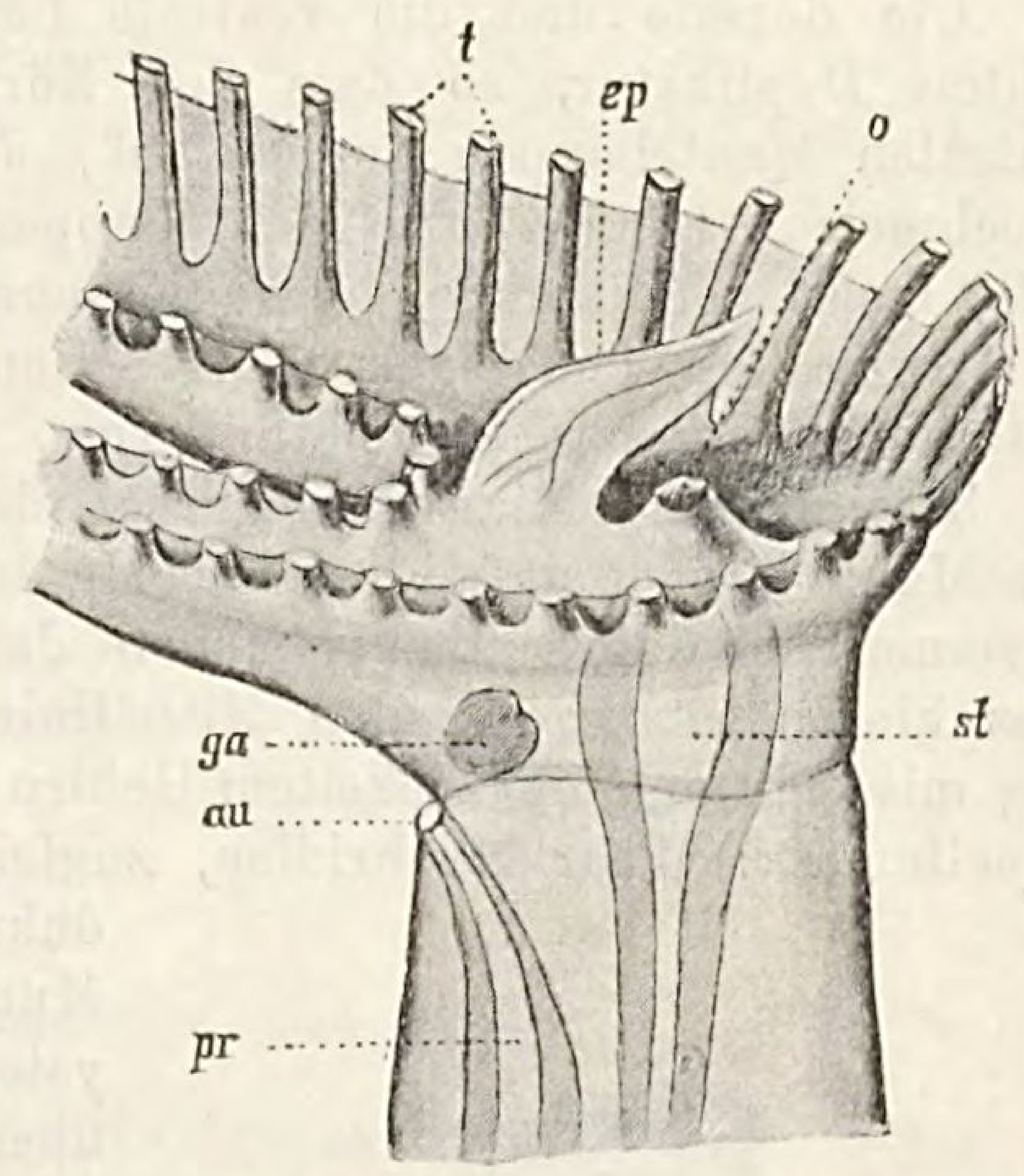


Fig. 122. **Vorderkörper von Lophopus** (nach ALLMAN) von der rechten Seite. *t* Tentakel nahe der Basis abgeschnitten, *o* Mund, *ep* Epistom, *st* Vorderdarm, *ga* Ganglion, *an* After, *pr* Enddarm. Die freien Enden des Tentakelträgers sind abgeschnitten.

1. Unterordnung. Pterobranchia.

Tentakelträger jederseits in einen langen, armartigen, dorsalwärts und rückwärts gerichteten Fortsatz verlängert, der in seiner ganzen Länge in zwei Längsreihen die Tentakelchen trägt. Darm auf den angeschwollenen Vordertheil des hinten stielartig verlängerten Körpers beschränkt, Leibeshöhle wenig entwickelt. Stockbildend, in Röhren, die sich auf einem gemeinsamen Stamme kriechend erheben. Rhabdopleura. Verwandt ist: Cephalodiscus.

2. Unterordnung. Ectoprocta.

Afteröffnung ausserhalb des Tentakelträgers. Tentakelträger nicht ausgezogen. Vorderkörper nackt, Hinterkörper beschalt. Ohne Stiel. Vorderkörper so in einer Einfaltung des Hinterkörpers geborgen, dass er von einer besondern vergänglichen oder dauernden Scheide (Tentakelscheide) umgeben ist, aus welcher er vorgestreckt werden kann. Leibeshöhle ziemlich geräumig.

Schale oft verkalkt. Stockbildend. A. Phylactolaemata. Tentakelträger hufeisenförmig. Süsswasserbewohner. Cristatella, Alcyonella, Fredericella, Lophopus (Fig. 122), Plumatella (Fig. 139, p. 207). B. Gymnolaemata. Tentakelträger kreisförmig. Leben mit Ausnahme von Paludicella im Meere. Cellepora, Eschara, Bugula, Flustra, Alcyonidium, Hornera u. s. w.

3. Unterordnung. Entoprocta.

Afteröffnung innerhalb des Tentakelträgers. Eine Tentakelscheide fehlt. Körper gestielt. Mit einem Nephridienpaar. Leibeshöhle reducirt. Pedicellina stockbildend, Loxosoma einzellebend. Im Meere.

IV. Ordnung. Brachiopoda. Armfüsser (Fig. 178, p. 266).

Die dorsale und die ventrale Leibeswand bilden eine nach vorn gerichtete Duplikatur, so dass der Körper von einem dorsalen und einem ventralen Mantellappen umhüllt ist, die hinten und seitlich mit einander verschmelzen können. Die Mantellappen sondern eine dorsale und eine ventrale, meist verkalkende, bisweilen hornige Schalenklappe ab. Die ventrale ist gewöhnlich bauchiger. Zu Seiten des Mundes inseriren sich 2 mit Seitenfäden besetzte lange Mundarme, die, spiralig aufgerollt und oft durch ein besonderes kalkiges Armgerüst der Rückenklappe gestützt, in der von den Mantellappen umschlossenen Mantelhöhle liegen. After fehlt oder liegt assymmetrisch vorn rechts neben dem Munde. Nur bei Crania liegt er ganz hinten in der dorsalen Mittellinie. Centralnervensystem ein Schlundring mit schwach entwickeltem Gehirn und unteren Ganglienanschwellungen. 1 (seltener 2) Paar Nephridien, zugleich Leitungswege der Geschlechtsprodukte, münden rechts und links vom Munde in die Mantelhöhle. Blutgefässsystem wahrscheinlich vorhanden, mit einem über dem Darme gelegenen Herzen. Das Hinterende des Körpers verlängert sich häufig in einen festsitzenden Stiel, der entweder zwischen den Schalenklappen (Lingula) oder durch ein Loch in einer nach oben gerichteten hintern Hervorwölbung der grössern ventralen Klappe hervortritt. Bei vielen fehlt der Stiel und die Schale ist direkt mit der ventralen Klappe an der Unterlage befestigt. Ausschliesslich Meeresbewohner. Die grosse Mehrzahl der Gattungen und Arten fossil. Die Gattung Lingula hat sich seit der palaeozoischen Epoche erhalten.

1. Unterordnung. Testicardines.

Die Schalenklappen greifen durch Fortsätze (Schloss) angelartig ineinander. Ein After fehlt. Terebratula, Waldheimia. Thecidium (mit der grossen Schalenklappe festgewachsen), Argiope, Rhynchonella (Fig. 125, p. 190), Spirifer.

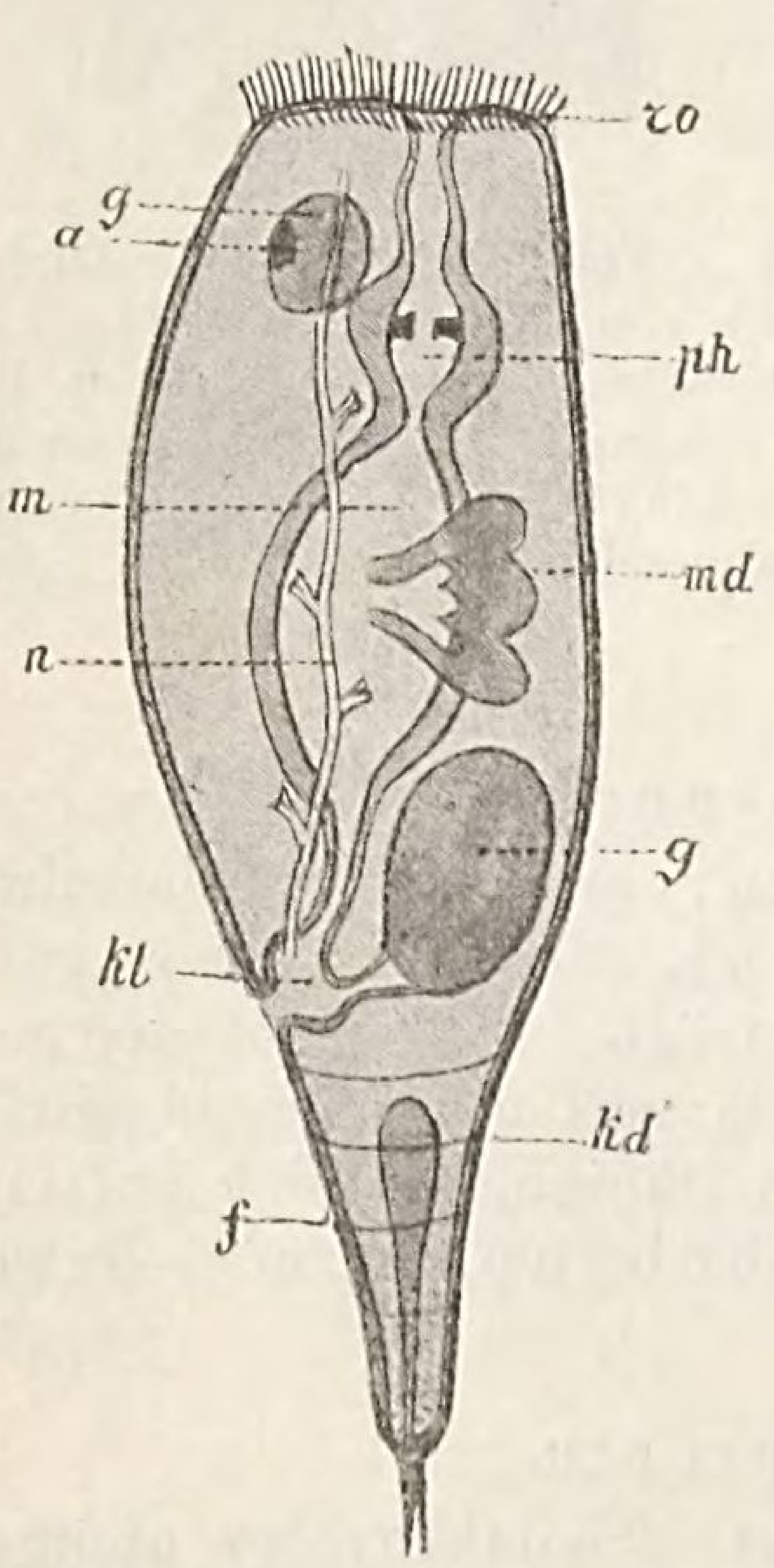


Fig. 123. **Schematische Darstellung der Organisation eines Räderthieres** von der Seite. *ro* Räderorgan, *g* Gehirn, *a* Auge, *ph* Pharynx, *m* Magen, *n* Nephridium, *md* Magendrüse, *g* Genitaldrüse, *kl* Kloake, *kd* Kittdrüse des Fusses *f*.

2. Unterordnung. Ecardines.

Ohne Schloss. Darm mit After. Crania. Lingula.

V. Klasse. **Rotatoria. Räderthierchen** (Fig. 123, Fig. 162, p. 246).

Kleine, meist mikroskopische Thierchen. Innere Gliederung fehlt. Am Vorderende ein verschieden gestaltetes Wimperorgan (Räderorgan). Hinterende in einen häufig gegliederten Anhang (Fuss, Stiel) verlängert. Kloakenöffnung dorsal an der Grenze von Körper und Fuss. Ein Gefässsystem fehlt. Ein Paar Nephridien von embryonalem Typus mit mehreren innern Wimperzellen münden mit dem After und dem Eileiter in die Kloake. Getrennt geschlechtlich. Die Männchen klein, mit rückgebildetem Darmkanal. Vorwiegend Süsswasserthiere. In festsitzenden Röhren oder Hüllen lebende Formen: Floscularia, Stephanoceros, Melicerta, Lacinularia. Bei diesen ist das Räderorgan in Lappen oder Tentakel ausgezogen. Frei lebende Formen: Notommata, Hydatina (Fig. 162, p. 246), Brachionus (gepanzert), Asplancha. Parasitisch auf Nebalia im Meere: Seison.

In die Nähe der Rotatorien ist die eigenthümliche Gattung **Dinophilus** (Fig. 163, p. 247), mit dem Habitus gewisser Annelidenlarven zu stellen. Männchen und Weibchen sind einander ähnlich oder das Weibchen ist kleiner, ohne Darm. Die ganze Bauchseite des Körpers ist bewimpert. Ausserdem finden sich mehrere hintereinanderliegende Wimperringe am Körper. Ein Räderorgan fehlt. Nephridien in segmentaler Anordnung von embryonalem Typus.

Anhang zum Kreis der Vermes:

VI. Klasse. **Chaetognatha, Pfeilwürmer** (Fig. 152, p. 226).

Körper cylindrisch, gestreckt, mit wagerechtem Flossensaum (Seitenflossen, Schwanzflosse) um den Hinterkörper. Kopf vom Rumpfe ziemlich deutlich abgesetzt. Leibeshöhle geräumig, durch Scheidewände in 3 hintereinanderliegende Abtheilungen, Kopfhöhle, Rumpfhöhle, Schwanzhöhle, getrennt. Mund von Borsten (Kiefern) umstellt. Darm gestreckt, After ventral, am Anfang des Schwanzes. Das Central-Nervensystem besteht aus dem Gehirn, der Schlundcommissur und einem grossen im Rumpfe liegenden Bauchganglion. Ohne Gefässsystem. Hermaphroditen. Eierstöcke in der Rumpfhöhle, Hoden in der Schwanzhöhle. Paarige Ausführungsgänge (Nephridien?) münden rechts und links am Ende des Rumpfes resp. des Schwanzes. Leben im Meere. Sagitta, Spadella.

Zu den Würmern, gewöhnlich in die Nähe der Rotatorien, stellt man die kleine Gruppe der Gastrotricha. Kleine Thierchen mit bewimperter Bauchfläche, Rücken mit in Längsreihen angeordneten Stacheln. Hinterende in 2 seitliche Spitzen auslaufend. Darm gerade, auf den Mund folgt ein muskulöser Pharynx. After am Hinterende. Hermaphroditen. Nephridien ungenügend bekannt. Blutgefässsystem fehlt. Ichthydium. Vorwiegend Süsswasserbewohner. Die oft in die Nähe der Nematoden gestellten Echinoderen sind winzige, marine Thierchen ohne Bewimperung, mit geringeltem Körper; mit Borsten. Innere Organisation ungenügend bekannt.

Die Verwandtschaftsverhältnisse (Phylogenie) der Würmer sind noch sehr strittig. Es herrschen die verschiedensten Ansichten. Die Nemertinen bilden eine natürliche, wohl umgrenzte Klasse, welche in manchen Organisationsverhältnissen (Nervensystem, Exkretionssystem, Fehlen einer Leibeshöhle) Beziehungen zu Turbellarien erkennen lässt, sich aber durch den Besitz eines Blutgefässsystems und eines Afters über die Plathelminthen erhebt. Die Pseudometamerie des Nemertinenkörpers ist eine ähnliche, wie die gewisser Turbellarien (Tricladen). Die systematische Stellung der Nemathelmia ist ganz unsicher. Wahrscheinlich waren ihre Vorfahren höher entwickelte Würmer, bei denen die Anpassung an die parasitische Lebensweise eine Degradation herbeigeführt hat. Vielleicht stehen die Gordiidae unter den heute lebenden Nematoden der Stammform noch am nächsten. — Die Annulaten bilden eine ausserordentlich formenreiche, grosse Gruppe, in welcher der typisch segmentirte Zustand des Körpers als der ursprüngliche betrachtet werden kann. Dem gegenüber müssen die Myzostomiden, Echiuriden, manche einfach organisirte Chaetopoden und in gewisser Hinsicht auch die Hirudineen als einseitig entwickelte, zum Theil vereinfachte oder rückgebildete Formen betrachtet werden. Die Ansichten über die Stammesgeschichte der ganzen Klasse sind sehr getheilt. Manche Forscher, und wir schliessen uns diesen an, halten die Segmentirung (Metamerie) des Annulatenkörpers für eine Fortbildung der Pseudometamerie turbellarien- oder nemertinenähnlicher Thiere. Andere halten den Annulatenkörper für eine Art Thierstock, durch axiale Knospung entstanden. Sie erblicken in den Rotatorien Formen, die der ungegliederten (nicht knospenden und nicht stockbildenden) Stammform noch am nächsten stehen, während wir geneigt sind, die Räderthiere für vereinfachte Thiere zu halten, die auf immer frühern Entwickelungsstadien geschlechtsreif werden; so dass sie sich jetzt nicht mehr über die Organisationshöhe einer jungen Annelidenlarve erheben. Die Klasse der Prosopygier zerfällt in einige, zum Theil scharf von einander abgegrenzte, natürliche Ordnungen, deren Organisation sich in mancher Hinsicht sehr gut verstehen liesse, wenn man sie auf eine alte Anpassung an die festsitzende oder eine verwandte Lebensweise und auf die Rückwirkung von Schalen-, Gehäuse-, Röhrenbildungen auf den Körper ursprünglich höher entwickelter, gegliederter Würmer zurückführen wollte. Auch die systematische Stellung der Chaetognathen ist sehr unsicher. Man betrachtet sie vielleicht am besten als Annulaten mit geringer (3) Segmentzahl. Die systematische Stellung der Gastrotrichen und Echinoderen entzieht sich vor der Hand noch jeder sichern Beurtheilung.

I. Körperform und äussere Organisation.

Der Körper der Nemertinen ist langgestreckt, bandförmig, dorsoventral mehr oder weniger abgeplattet, an der ganzen Oberfläche bewimpert, weichhäutig, ungegliedert, ohne äussere Anhänge. Vorn an der Bauchseite, bisweilen etwas vom vordersten Ende entfernt, liegt der Mund in Form eines Längsschlitzes. Davor, gewöhnlich am vordersten Ende, die Rüsselöffnung. Mund und Rüsselöffnung sind nur bei Amphiporus, Malacobdella und Geonemertes palaensis zu einer einzigen äusseren Oeffnung vereinigt. Zu beiden Seiten des Kopfes liegen häufig zwei stark bewimmerte Längsfurchen oder Seitenspalten. Der After ist terminal. Bei der parasitischen Malacobdella bildet das Hinterende vor und unter dem After eine ventrale Saugscheibe.

Der von einer derben, oft geringelten Cuticula bekleidete Körper der Nemathelmia ist langgestreckt, spindelförmig, ohne äussere Anhänge, höchstens mit kleinen Papillen oder Bärtchen am Vorder- und Hinterende. Mund und After sind, wenn vorhanden, terminal. Die Acanthocephalen besitzen am Vorderende einen in eine besondere Scheide einstülpbaren, mit rückwärts gerichteten Haken besetzten Rüssel, der zur Befestigung an der Darmwand des Wirthes dient. Die Männchen haben am Hinterende ein vorstülpbares, im ausgestülpten Zustand glockenförmiges Begattungsorgan.

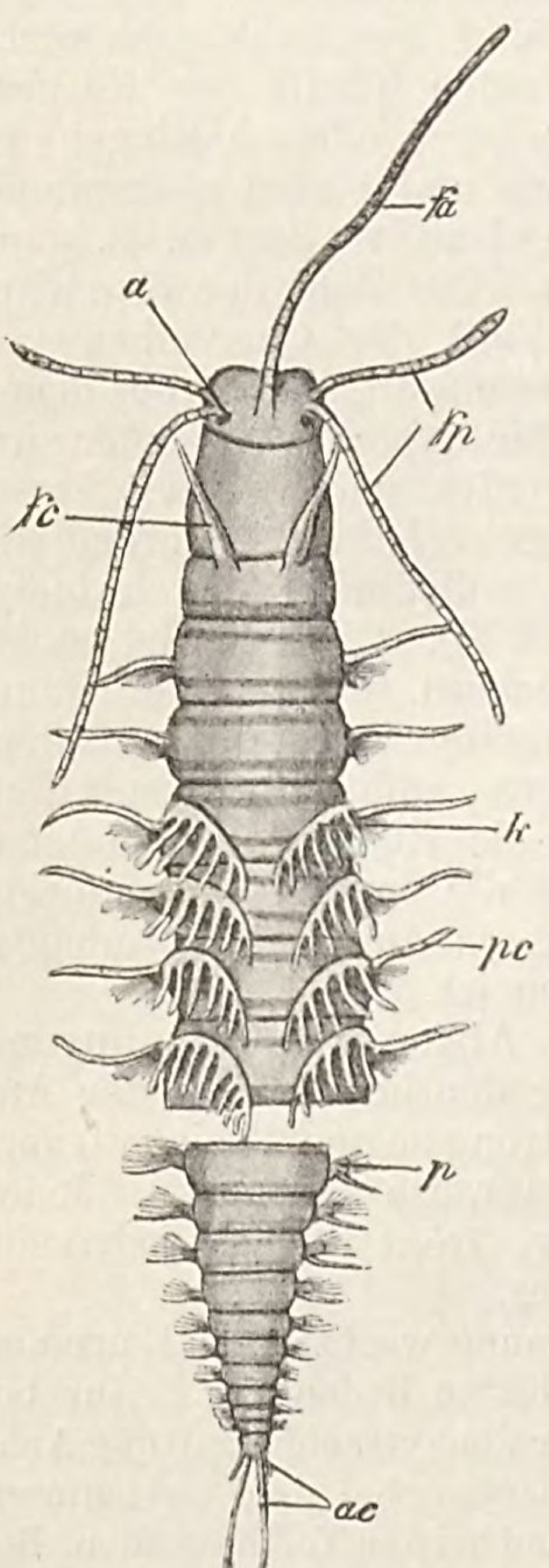
Bei den Annulaten müssen die einzelnen Klassen gesondert besprochen werden. Der Körper der Hirudineen ist gestreckt, meist dorso-ventral mehr oder weniger abgeplattet, selten (Pontobdella) fast drehrund. In der Umgebung des Mundes ein kleiner Mundsaugnapf, am Hinterende, immer unter dem After, ein gewöhnlich grösserer Bauchsaugnapf. Der Körper ist durch zahlreiche Ringfurchen in zahlreiche hintereinanderliegende Ringel getheilt, die aber der Zahl nach nicht den inneren Segmenten entsprechen. Im grössten Theile des Körpers kommen (je nach den natürlichen Gruppen) 3, 4 oder 5 Ringel der äusseren Haut auf ein inneres Segment. Vorn und hinten aber nimmt die Zahl der auf ein Segment fallenden Ringel ab, so dass z. B. ganz vorn auf ein Segment nur ein Ringel kommt. Die Zahl der Segmente lässt sich äusserlich bestimmen durch die Zahl der Querreihen von eigenthümlichen, später zu besprechenden Sinnesorganen, von denen häufig die 5 vordersten Paare Augen darstellen. Diese Querreihen finden sich immer nur am vordersten Ringel eines Segmentes und die mit ihnen versehenen Ringel (Sinnesringel) bleiben immer erhalten, während die andern sich der Zahl nach reduciren oder vollständig verschwinden können (Vorder- und Hinterende) (Fig. 155, p. 233). Die Haut ist nackt, meist ohne Anhänge, bei Pontobdella mit Höckern, die bei der Hautathmung die Hauptrolle spielen, bei Branchellion jederseits auf dem Rücken mit einer Längsreihe von blattförmigen, wohl zur Respiration dienenden Hautanhängen, die paarweise auf die Ringel vertheilt sind. Drei Ringel entsprechen einem Segment und die innere Segmentation ist auch äusserlich dadurch angedeutet, dass je auf 3 Paar Anhänge 1 Paar an der Basis blasenförmig aufgetrieben ist.

Bei den Chaetopoden entspricht im Allgemeinen die äussere Gliederung der inneren. Die erstere ist am deutlichsten an der Anordnung der Borsten zu erkennen, welche sich streng segmentweise wiederholen. Gewöhnlich stehen die Borsten gruppenweise zusammen. Jedes Segment, mit Ausnahme des Mundsegmentes, trägt typisch jederseits 2 Borstenbündel, ein dorsales und ein ventrales.

Die Gestalt der Borsten, ihre Zahl und Anordnung wechselt im Einzelnen ausserordentlich und ist systematisch von der grössten Bedeutung. Nur bei wenigen Chaetopoden fehlen die Borsten, so bei der Enchytraeidengattung Anachaeta und bei Branchiobdella unter den Oligochaeten, bei den sogenannten Archianneliden (Polygordius, Protodrilus u. s. w.) und bei den Tomopteriden. Bei Chaetogaster fehlen die dorsalen Borstenreihen, auch bei Saccocirrus ist jederseits nur eine Längsreihe von Borstenbündeln vorhanden. Bei den sedentären Polychaeten ist jedes ventrale Borstenbündel in Form einer Querreihe von kurzen Hakenborsten entwickelt. Die Borstenbündel können sich in die einzelnen Bestandtheile zerlegen, so dass die Borsten bei Perichaeta schliess-

lich zu einem einzeiligen Ring um das Segment angeordnet sind. Die Borsten können in bestimmten Körperregionen in Wegfall kommen. Besonders bei den Echiuriden (siehe systematische Uebersicht) sind sie der Zahl nach sehr reducirt.

Die Borstenbündel stecken entweder einfach in der Haut oder in besonderen Hervorwölbungen der Leibeswand, den sogenannten Fussstummeln oder Parapodien (Fig. 159, p. 237). Das erstere gilt vornehmlich für die Oligochaeten und Echiuriden, das letztere für die meisten Polychaeten. Wohl entwickelt als kräftige Ruder- und Bewegungsorgane sind die Parapodien vornehmlich bei den Errantia, während sie bei den Sedentaria reducirt sind, vornehmlich die ventralen Parapodien, die meist nur niedrige, Hakenborsten tragende Querwülste darstellen. Bei einzelnen Röhrenwürmern (vornehmlich Serpuliden) sind die Parapodien, wohl in Anpassung an die tubicole Lebensweise, ganz verstrichen. Auch bei den Archianneliden fehlen sie. Nicht immer finden wir getrennte ventrale und dorsale Parapodien, häufig existirt jederseits nur eine Parapodienreihe. An jedem Parapodium finden wir aber dann einen dorsalen und einen ventralen Ast. Welches das ursprünglichere Verhalten ist, das uniseriale oder das biseriale, lässt sich heute noch nicht mit Sicherheit entscheiden.



Die Parapodien der Polychaeten tragen selbst wieder charakteristische Anhänge (Fig. 124). Es sind dies die Cirren, ungegliederte oder gegliederte Fäden, die im einfachsten Falle in der Einzahl jedem Parapodium aufsitzen. Man kann also dorsale und ventrale Cirren unterscheiden. Die Cirren können die verschiedensten Umwandlungen erleiden. So werden die Rückencirren oder Seitenäste derselben bei vielen Polychaeten zu Kiemen, die häufig zierlich verästelt und mit Blutgefässen versorgt sind. Bei den Aphroditeen werden sie zu breiten Rückenschuppen (Elytren). In einigen Fällen (z. B. Capitelliden, Glyceriden) können die dorsalen Parapodien aber neben dem typischen oder zu einem Seitenorgan umgewandelten Cirrus eine Kieme tragen, die im Gegensatz zu der aus einem Cirrus hervorgegangenen Kieme als Lymphkieme bezeichnet wird und durch Fortsätze der Leibeshöhle mit Haemolymphe versorgt wird (in Ermangelung eines Blutgefässsystems). Die Cirren können an die Basis der Parapo-

Fig. 124. **Eunice limosa** (nach Ehlers). Vorderes und hinteres Körperende von der Rückenseite. *fa* unpaarer Fühler, *fp* paarige Fühler, *a* Augen, *fc* Fühlercirren, *k* Kiemen, *pc* dorsale Parapodialcirren, *p* Parapodien, *ac* Aftercirren.

dien oder sogar von dieser wegrücken. Sie können sich auch da erhalten, wo die Parapodien verschwinden.

Der Kopf der Polychaeten ist durch besondere Anhänge charakterisirt, von denen die vorderen als Fühler, die hinteren als Fühlercirren bezeichnet werden. Sie stehen nie auf Parapodien, die dem ächten, mundtragenden Kopfsegment ebenso constant fehlen, wie die Borsten. Bei den meisten exquisit tubicolen Polychaeten geht mit der Reduktion der Parapodien am Rumpfe auch eine Reduktion der Parapodialcirren oder Parapodialkiemen Hand in Hand, die nur an den vorderen Segmenten sich erhalten. Bei den Serpuliden sind alle Parapodialanhänge reducirt, dafür haben sich die Kopfanhänge zu mächtig entwickelten Tentakelkiemen umgebildet, die häufig eine stattliche Krone bilden. Bei Sternaspis findet sich jederseits am After ein Kiemenbüschel.

Den Oligochaeten, Archianneliden, Echiuriden und einem Theil der Capitelliden fehlen mit den Parapodien auch die Anhänge derselben (Cirren, Kiemen). Nur die ganz mangelhaft bekannte, in schlammigen Gräben Aegyptens aufgefundene Oligochaete Alma nilotica trägt auf der hinteren Körperhälfte Rückenkiemen. In allen diesen Abtheilungen fehlen auch die Kopfanhänge. Nur die Archianneliden (Polygordius, Protodrilus) besitzen 2 Fühler am vordersten Kopfende. Bei den Echiuriden verlängert sich der Kopf vor und über dem Munde in einen langen, auf der Bauchseite mit einer Längsfurche oder -Rinne versehenen Fortsatz (Rüssel, Kopflappen), der bei Bonellia am Ende gabelspaltig getheilt ist.

Die innere Gliederung spiegelt sich bei den meisten Chaetopoden äusserlich nicht nur in der regelmässigen Wiederholung der Borsten (und Parapodien der Polychaeten) wider, sondern auch in einer äussern Ringelung des Körpers, die durch das Auftreten regelmässig sich wiederholender mehr oder weniger deutlicher Einschnürungen bedingt wird. Gewöhnlich finden sich diese Einschnürungen an der Grenze zwischen 2 aufeinanderfolgenden Segmenten, die Ringel entsprechen also der Zahl und Lage nach den wirklichen Segmenten. Nur selten ist jedes Segment selbst wieder geringelt. Bei manchen niedern Oligochaeten freilich, bei den Archianneliden und einem Theil der Echiuriden lässt sich an der Haut keine deutliche Ringelung oder Gliederung erkennen.

Der Körper der Chaetopoden ist äusserlich entweder homonom gegliedert, das heisst, alle aufeinanderfolgenden Segmente des Rumpfes gleichen einander, oder er ist heteronom gegliedert, dann nämlich, wenn die Segmente in verschiedenen Regionen verschiedenartig gebildet sind, sowohl was ihre äussere Gestalt, als was ihre Ausstattung mit verschiedenen Borsten, Parapodien, Cirren, Kiemen u. s. w. anlangt. Man unterscheidet dann verschiedene Regionen am Körper (z. B. Thoracalregion, Kiemenregion, Abdominalregion u. s. w.) Die Haut der Chaetopoden ist mit einer chitinigen, besonders bei den Polychaeta errantia kräftig entwickelten Cuticula bedeckt. Viel zarter und schwächer ist die Cuticula bei den meisten im Schlamme lebenden Oligochaeten und den Röhrenbewohnern unter den Polychaeten.

Ueber die allgemeine Körperform und äussere Organisation der Myzostomiden vergleiche die systematische Uebersicht.

Die äusseren Formverhältnisse des Körpers der Prosopygier sind äusserst verschiedenartig. Das Wichtigste darüber ist schon in der systematischen Uebersicht gesagt worden.

Der Körper ist ebensowenig äusserlich, wie innerlich deutlich gegliedert.

Bei Sipunculaceen kommt (Sipunculus, Priapulus, Halicryptus) eine regelmässige, äussere Ringelung des Rumpfes vor. Die Ringel scheinen, wenigstens in einigen Fällen, den Muskelbündeln der Ringmuskulatur und den vom Bauchstrang abgehenden Seitennerven zu entsprechen. Bei Sipunculus kommen zu den Ringfurchen am Rumpfe noch tiefere, deutlichere Längsfurchen, so dass die ganze Haut regelmässig in würfelförmige Felder getheilt erscheint. Aehnliche Längsfurchen kommen am „Rüssel" von Priapulus vor. Papillen und Warzen sind auf dem Körper der Sipunculaceen vornehmlich am Rüssel sehr verbreitet.

Ein genauerer Vergleich des Rüssels der Sipunculaceen mit dem gleichnamigen Organ der früher mit ihnen zu der Klasse der Gephyreen vereinigten Echiuriden ergiebt die völlige morphologische Verschiedenheit der beiden Theile. Der Rüssel der Sipunculaceen ist der vordere Körpertheil, der in den hintern eingestülpt werden kann. Der Mund liegt am vordern Ende desselben. Der Rüssel der Echiuriden ist eine Verlängerung des vor und über dem Munde liegenden Kopftheiles (Kopflappen) und ist nicht einstülpbar. Der Mund liegt an seiner Basis. Im Rüssel der Sipunculaceen verläuft der Vorderdarm, während der Vorderdarm zu dem Kopflappen der Echiuriden in keinerlei Beziehungen tritt.

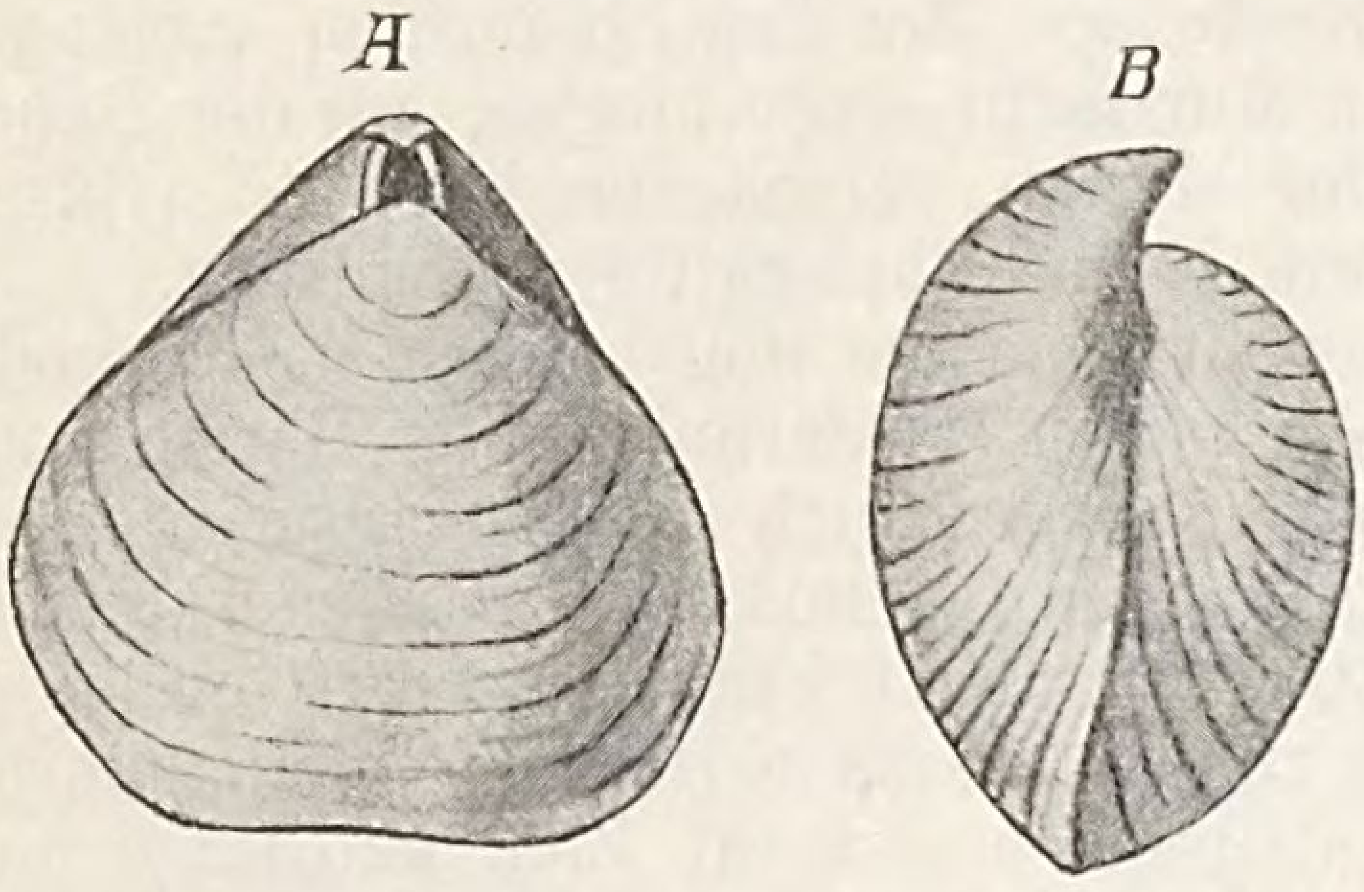


Fig. 125. **Rhynchonella psittacea.** *A* Von oben, *B* von der linken Seite.

Die Sipunculaceen besitzen eine derbe Cuticula; bei Phoronis ist sie zart, dafür scheidet die Haut eine abstehende chitinige Hülle, die Wohnröhre, aus. Bei den Bryozoen kommt es meist zur Bildung einer derben und harten Cuticularhülle (Zelle, Ectocyste), deren Oeffnung häufig durch einen Deckel verschlossen werden kann und die oft verkalkt. In ähnlicher Weise scheidet der Mantel der Brachiopoden eine zweiklappige, gewöhnlich kalkige, seltener hornige Schale aus.

Diese Schale der Brachiopoden (Fig. 125) kann nicht mit der ähnlichen zweiklappigen Schale der Muscheln (Lamellibranchia, Cochlida) verglichen werden. Die beiden Schalenklappen sind bei den erstern dorsal und ventral; jede Klappe ist symmetrisch; die Medianebene des Körpers theilt auch jede Schalenklappe in 2 seitliche congruente Hälften. Bei den Muscheln hingegen unterscheiden wir eine rechte und eine linke Schale. Die Medianebene geht zwischen beiden Schalenklappen hindurch. Jede Klappe ist asymmetrisch. Der klaffende Rand der Schale ist bei den Muscheln ventral, bei den Brachiopoden vorn; der Schlossrand, wo die beiden Klappen mit einander gelenkig verbunden sind, ist bei den Muscheln dorsal, bei den Brachiopoden liegt er hinten.

Ueber die für die Prosopygier sehr charakteristischen Mundtentakel und Mundarme, sowie über die Lage des Afters ist schon in der

systematischen Einleitung das Nothwendigste gesagt worden. — Vergleiche ebenda die äussere Gestalt und Organisation der Rotatorien und Chaetognathen.

II. Die äussere Haut.

Die äussere Haut der Würmer besteht 1. aus der äussern Cuticula und 2. aus dem unter ihr liegenden und sie absondernden Körperepithel, das bei den meisten Würmern (ebenso wie bei den Arthropoden) als Hypodermis bezeichnet wird.

Die Cuticula ist sehr verschieden entwickelt. Sie ist dünn und zart bei den weichhäutigen Formen, besonders auch bei Nemertinen, wo sie von feinsten Poren zum Durchtritt der Wimpern durchbohrt ist. Wo sie kräftig entwickelt ist, wie bei vielen Annulaten, Prosopygiern, Nematoden und Rotatorien, gewährt sie dem Körper Schutz und Halt und bietet, als Hautskelet, der Körpermuskulatur Stütz- und Anheftungsflächen. Sie besteht aus einer dem Chitin verwandten Substanz und verkalkt bisweilen (bei Bryozoen, Brachiopoden) zu einer sehr harten Hülle oder Schale. Häufig zeigt sie eine Schichtung und erscheint aus verschiedenartig sich kreuzenden Systemen feinster, mit einander verklebter Fibrillen zusammengesetzt. Im Allgemeinen kann sie aufgefasst werden als das Ausscheidungsprodukt der darunter liegenden, drüsigen Hypodermiszellen oder als ein Umwandlungsprodukt des Protoplasmas dieser Zellen. In die gleiche Kategorie wie die Cuticula gehören verschiedenartige Röhren, Hüllen, welche, von der Haut abstehend, den Körper mancher Anneliden (Röhrenwürmer) umgeben und eine chitinige Grundsubstanz besitzen. Als Cuticularbildungen bestimmter Hypodermisdrüsen müssen ferner die Borsten der Chaetopoden aufgefasst werden, die wenigstens bei ihrer ersten Entstehung sich als aus aneinandergelagerten und verklebten Fibrillen und Fäserchen zusammengesetzt erweisen.

Die zellige, gewöhnlicher einschichtige Hypodermis ist am genauesten bei den Annulaten untersucht, wo sie aus folgenden zwei Hauptelementen besteht: 1. Drüsenzellen. Sie sind nackt, gross und liefern das Material für die Cuticularbildungen. Ueber jeder Drüsenzelle findet sich gewöhnlich ein Porus in der Cuticula. 2. Fadenzellen. Sie sind gewöhnlich schlank, ihr Protoplasma ist stark modifizirt und zerfällt in Fasern. Häufig verlieren sie den Kern. Die Fadenzellen sind um die Drüsenzellen so angeordnet, dass sie ein maschiges Stützgewebe für sie bilden, in dessen Lücken diese letztern liegen. Drüsenzellen der Hypodermis bilden den Hauptbestandtheil der unter die Haut eingesenkten Borstensäckchen der Chaetopoden, die Borstendrüse nämlich, welche die Borsten liefert.

Die Borstendrüsen können wichtige Umwandlungen erleiden. Bei Polyodontes z. B. (einer Aphroditee) sind die Borstendrüsen des dorsalen Astes der Parapodien zu mächtigen Spinndrüsen umgewandelt, deren Fadensekret das Material zum Bau der Wohnröhre liefert. Bei Aphrodite erzeugen die dorsalen Borstendrüsen Borsten und Haare, welche den die Athemkammer bedeckenden Haarfilz zusammensetzen. Die Borstendrüsen können wieder zu einfachen Hautdrüsen werden. So bei Anachaeta, welche keine Borsten mehr besitzt, aber an Stelle der vier Borstenreihen verwandter Enchytraeus-Arten 4 Reihen flaschenförmiger, in die Leibeshöhle hineinragender Hypodermisdrüsen. — Besondere Haut-

drüsen sind die Schleimdrüsen, welche besonders bei nackten und weichen Würmern (Nemertinen, Hirudineen) verbreitet sind.

Die Hypodermis kann gegenüber der Cuticula sehr zurücktreten. Ihre Elemente können zu einer subcuticularen Plasmaschicht verschmelzen. Bei den Gordiiden unter den Nemathelmia ist sie am Vorder- und Hinterende noch als deutliche Epithelschicht ausgebildet, während sie im übrigen Körper zu einer subcuticularen feinkörnigen Schicht mit eingestreuten Kernen reducirt ist. In dieser letztern Form treffen wir die Hypodermis bei allen übrigen Nemathelmia, wo sie öfters kaum mehr nachweisbar ist. Die Hypodermis scheint hier fast ganz in der Bildung der mächtigen Cuticula aufzugehen. Aehnlich verhalten sich die Bryozoen.

Eine eigenthümliche Umwandlung erfährt die Hypodermis bei eintretender Geschlechtsreife in einer Reihe in der Nähe der Geschlechtsöffnungen liegender Körpersegmente bei den meisten Oligochaeten. Die Drüsenzellen schwellen hier stark an, kommen in mehreren Schichten über einander zu liegen und so entsteht eine äusserlich sichtbare gürtelförmige Verdickung am Körper (das Clitellum).

Bei kiemenlosen Annulaten (höhern Oligochaeten, Hirudineen) können Capillaren des Blutgefässsystems bis in die Hypodermis eindringen und so in den Dienst der allgemeinen Hautathmung treten.

Bei Chaetopoden ist ein unmittelbar unter der Hypodermis liegender Ganglienzellplexus nachgewiesen, der sich durch Nervenfibrillen mit den Fadenzellen der Hypodermis in Verbindung setzt.

Bei zahlreichen Würmern (Aphanoneuren, Archianneliden, Saccocirrus, Opheliaceen, verschiedenen Polychaeten weit von einander entfernter Familien, ferner bei den Priapuliden, Phoroniden und Sagitta) liegt das Centralnervensystem in der Hypodermis derart, dass eine scharfe Grenze zwischen den gewöhnlichen Hypodermiszellen und den Nervenelementen sich nicht ziehen lässt. Bei vielen Annulaten, deren Centralnervensystem unter der Hypodermis liegt, geht dasselbe doch an seinem vordersten und hintersten Ende in die Hypodermis über, der Vordertheil des Gehirnes in die Hypodermis des Kopflappens, das hinterste Ende des Bauchmarks in die Hypodermis des Schwanzsegmentes.

Der Hypodermis gehören bei der Mehrzahl der Würmer die Sinnesorgane an, welche anderswo besprochen werden.

Häufig ist die Hypodermis durch eine dünne Stütz- oder Basalmembran von den darunter liegenden Geweben gesondert.

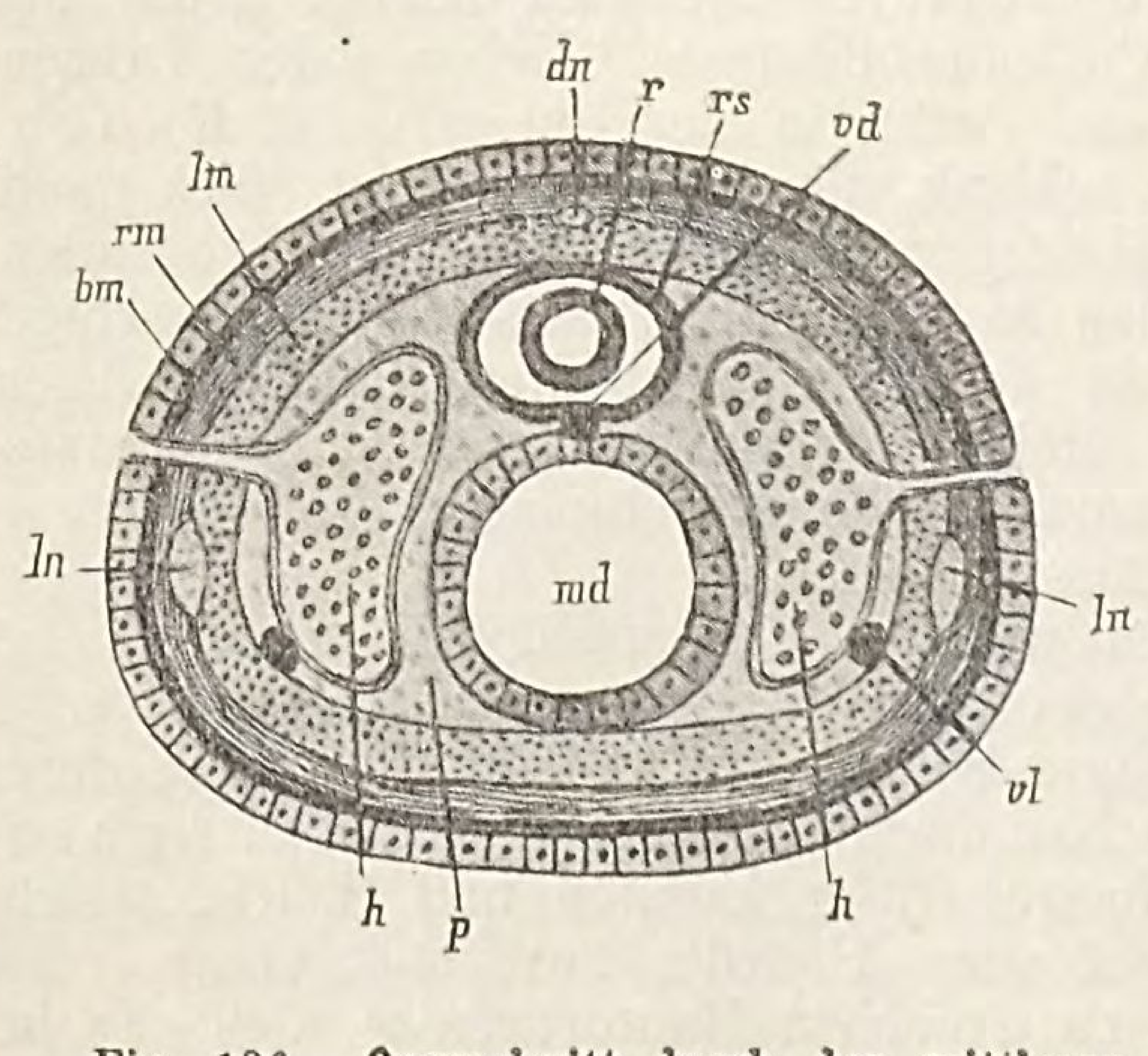


Fig. 126. **Querschnitt durch den mittleren Körpertheil einer Nemertine**, halbschematisch. *ln* Seitliche Längsnerven, *dn* medio-dorsaler Nerv, *bm* Basalmembran, *rm* Ringmuskelschicht, *lm* Längsmuskelschicht, *rs* Rüsselscheide, *r* Rüssel, *vd* Rückengefäss, *vl* Seitengefässe, *h* Hoden, *p* Parenchym, *md* Mitteldarm.

III. Der Hautmuskelschlauch.

Unmittelbar unter der äussern Haut liegt bei der grossen Mehrzahl der Würmer die Körpermuskulatur in Form eines Hautmuskelschlauches, der die Körpergestalt wiederholt. Er besteht im Allgemeinen aus zwei wohl entwickelten Schichten, einer äussern Ringfaserschicht und einer innern Längsfaserschicht.

Diese beiden Schichten finden sich bei allen Nemertinen, mit Ausnahme von Cephalothrix, wo die Ringmuskelschicht fehlen kann. Bei den Schizonemertinen, ferner bei Polia und Valencinia kommt zu ihnen noch eine äussere Längsmuskelschicht, die sogar stärker als die innere entwickelt sein kann, bei Carinina, Carinella und Carinoma eine innere Ringmuskelschicht hinzu. Alle diese Muskelschichten bilden bei den Nemertinen einen continuirlichen, nirgends in nennenswerther Weise unterbrochenen Schlauch.

Unter den Nemathelminthen besitzen alle Nematoden nur die Längsmuskelschicht (Fig. 127 *lm*). Diese ist in vier in der Längsrichtung des Körpers verlaufenden Linien unterbrochen und zerfällt also in 4 Längsfelder. Von den 4 Längslinien sind 2 median (dorsale und ventrale Medianlinien), 2 lateral (Seitenlinien). In diesen Unterbrechungslinien ist die subcuticulare Körnerschicht der Haut (Hypodermis) verdickt und in ihnen liegen bestimmte später zu besprechende Organe. Bei den Gordiiden ist nur die Bauchlinie deutlich ausgeprägt.

Den Acanthocephalen kommt ausser der Längsmuskelschicht noch eine äussere Ringmuskelschicht zu.

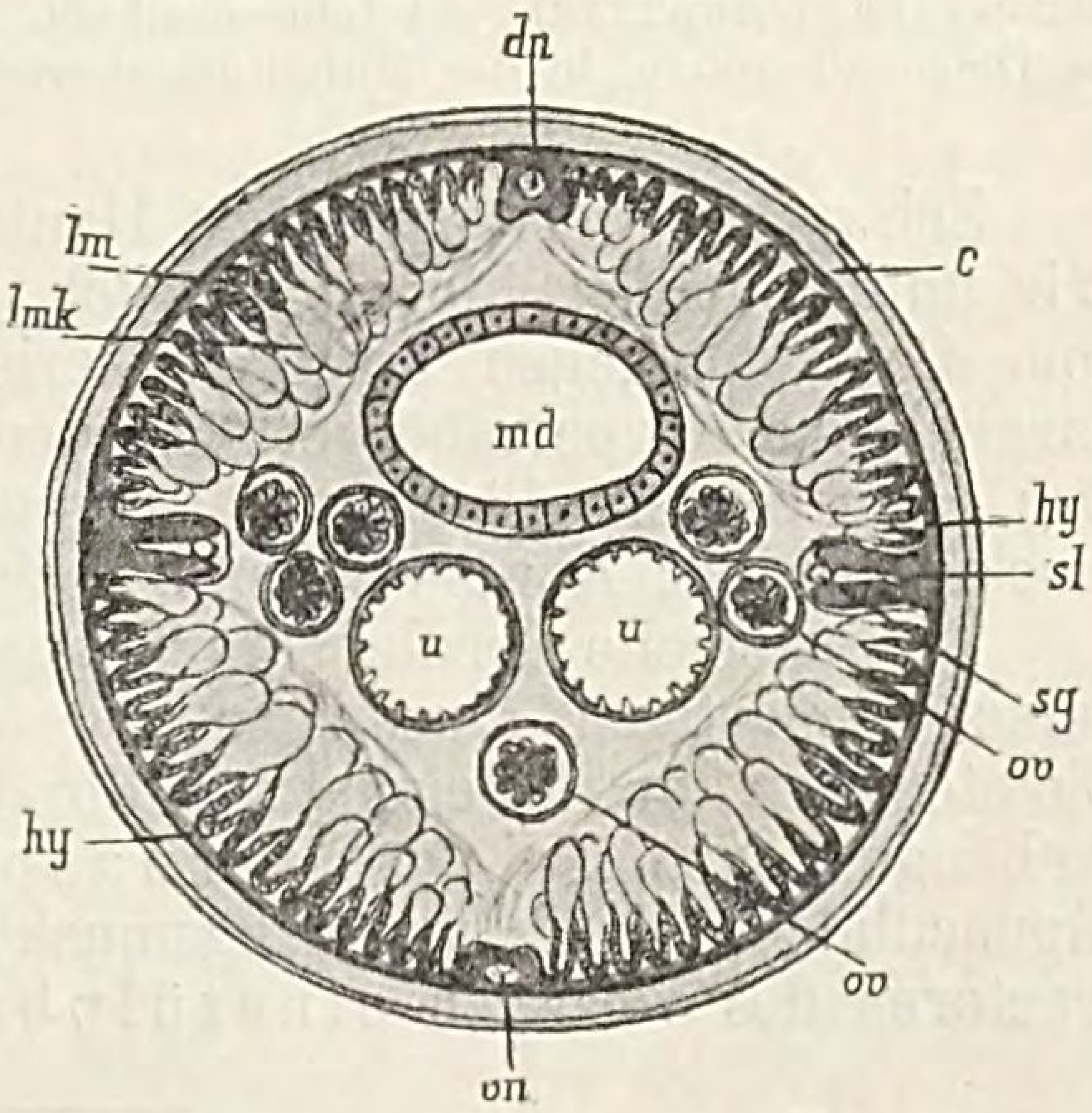


Fig. 127. **Querschnitt durch einen Nematoden (Ascaris).** *dn* Medio-dorsaler, *vn* medio-ventraler Längsnerv in den entsprechenden Mittellinien des Körpers, *sl* Seitenlinie, *c* Cuticula, *hy* Hypodermis, *sg* Seitengefässe, *so* Ovarialröhren, *lm* Längsmuskulatur, *lmk* Muskelkörper der Längsmuskelfasern, *u* Uterus, *md* Mitteldarm.

Bei den Annulaten tritt die Hautmuskulatur fast überall in typischer Form auf. Sehr selten (Archianneliden) fehlt die Ringmuskelschicht gänzlich. Selten auch kommen zu den beiden typischen Schichten noch andere hinzu: diagonale, sich kreuzende Fasern bei Hirudineen und Echiuriden. Die Ringmuskelschicht ist überall continuirlich, die Längsmuskelschicht aber bei den Chaetopoden fast immer an verschiedenen Stellen unterbrochen. Diese Unterbrechungen sind oft von Gattung zu Gattung oder von Familie zu Familie recht verschieden, so dass sie

sich nicht zu einer allgemeinen Besprechung eignen. Die häufigsten Unterbrechungen sind die in der medianen Rücken- und Bauchlinie, dann in den Längsreihen der Borstenbündel und Parapodien. Die verschiedene Anordnung der Borstenbündel und Parapodien bedingt natürlich auch Verschiedenheiten in der Anordnung der Unterbrechungslinien oder -Felder. Im Allgemeinen ist die Längsmuskulatur bei den Annulaten stärker entwickelt als die Ringmuskulatur.

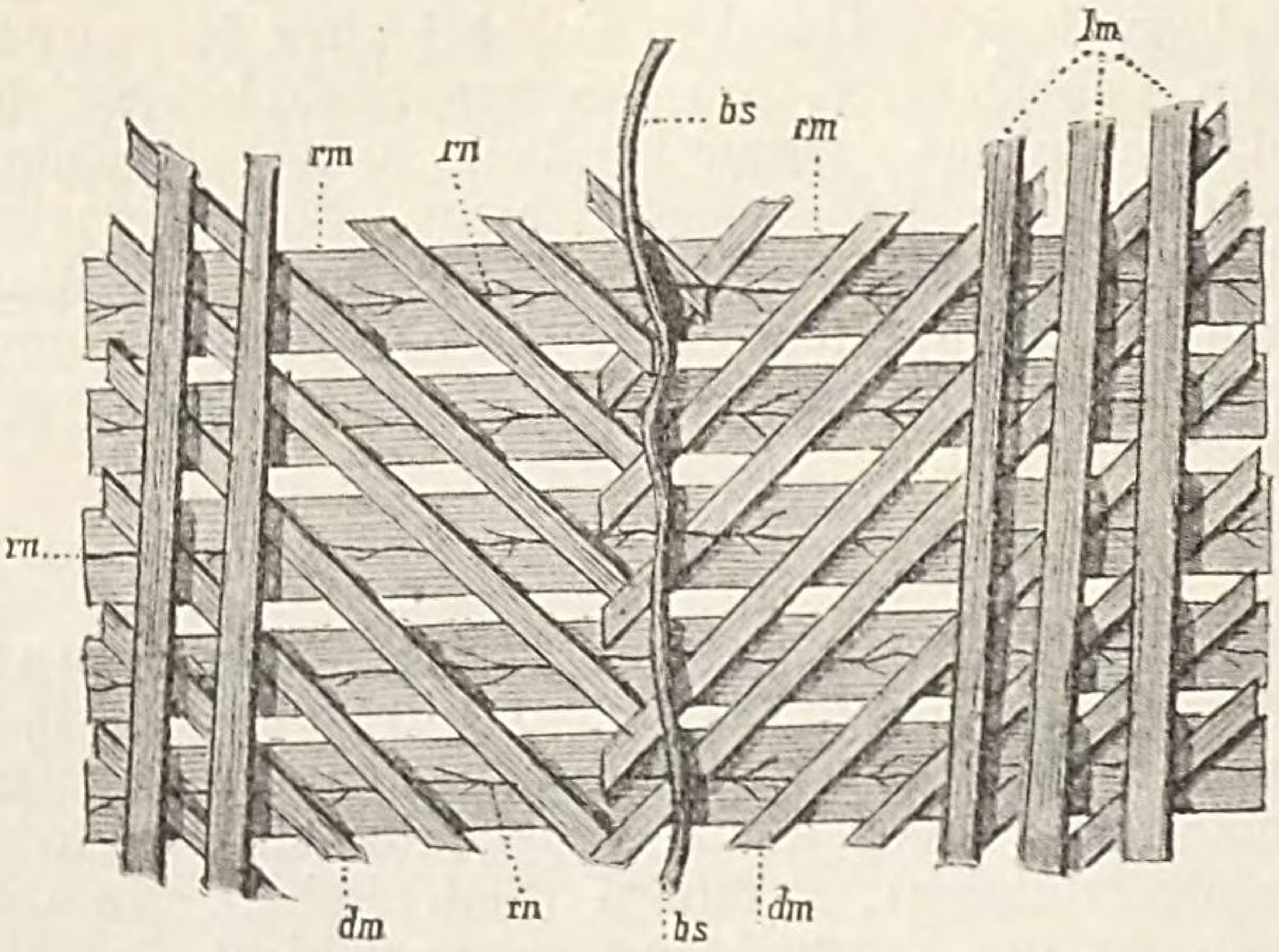


Fig. 128. **Stück der Muskulatur der ventralen Leibeswand von Sipunculus**, schematisirt (nach ANDREAE). *lm* Längsmuskeln, zum Theil weggelassen, *rm* Ringmuskeln, *dm* Diagonalmuskeln, in der Mittellinie abgeschnitten, *bs* Bauchstrang, *rn* Nervenringe.

Schwach erweist sich die Hautmuskulatur der Myzostomiden. Wir unterscheiden hier undeutlich 1. ein System von Fasern, welche vom Centrum gegen die Peripherie ausstrahlen, 2. ein System von parallel dem Körperrand verlaufenden, concentrisch angeordneten Fasern. Das erste System dürfte der Ringmuskulatur, das letztere der Längsmuskulatur der Annulaten entsprechen.

Als specielle locale Umbildungen der Hautmuskulatur müssen die verschiedenartigen Muskelgruppen betrachtet werden, welche bei den Chaetopoden zur Bewegung der Borstenbündel, der Paropodien und ihrer Anhänge dienen. Bei den Sternaspiden finden wir, ähnlich wie bei den Sipunculiden, Theile der Längsmuskulatur zu dorsalen und ventralen Retractoren des vorderen einstülpbaren Körpertheils differenzirt.

Die allgemeine Körpermuskulatur ist bei den Prosopygiern in sehr verschiedener Weise entwickelt. — Die nackten Sipunculaceen besitzen einen kräftig und typisch entwickelten Hautmuskelschlauch, bestehend aus einer äusseren Ring- und innern Längsmuskelschicht (Fig. 128). Zwischen beide schiebt sich bei Sipunculiden noch eine dünne Diagonalfaserschicht ein. Die Längs- und Ringmuskeln verlaufen gewöhnlich in regelmässig nebeneinander liegenden Bündeln oder Bändern, welche den äusserlich sichtbaren Längs- und Ringleisten entsprechen. Die Längsmuskulatur liefert die Retractoren des Rüssels (Fig. 138, p. 206), welche sich in wechselnder, für die Systematik wichtiger Zahl einerseits

am Vorderende des Rüssels (vorderer Körpertheil), anderseits am vorderen oder mittleren Theile des Rumpfes an den Hautmuskelschlauch inseriren und frei durch die Leibeshöhle verlaufen.

Bei den in Chitinröhren lebenden Phoroniden besteht ein typischer, aus den beiden Schichten zusammengesetzter Hautmuskelschlauch.

Bei den Bryozoen können wir nicht mehr von einem Hautmuskelschlauch sprechen. Die weitgehende Reduktion desselben dürfte auf die Ausbildung eines starren Hautskeletes (Schale, Zelle, Ectocyste) zurückzuführen sein, welche einen Hautmuskelschlauch funktionsunfähig macht. Es bleiben nur solche Theile der allgemeinen Muskulatur bestehen, welche ein Zurückziehen und Vorstrecken des weichhäutigen Vorderendes mit seinen Tentakeln, oder (bei Rhabdopleura) eine Contraction des Stieles des in einer abstehenden Röhre beweglichen Körpers gestatten (Längsmuskeln des Stieles). Auch bei Endoprocten findet sich noch vornehmlich im Stiel eine zarte Längsmuskelschicht unmittelbar unter der Haut. Als Antagonisten dieser Muskeln (die Stelle der Ringmuskulatur vertretend) dürfte die elastische Cuticula oder (bei Pterobranchien) eine knorpelartige Substanz dienen, welche im Stiele einen axialen Strang bildet.

Der Muskelapparat, welcher bei den mit einer vorübergehenden oder bleibenden Tentakelscheide ausgestatteten Bryozoen zum Vorstrecken und Zurückziehen des vorderen tentakeltragenden Körperendes aus und in die Zelle dient, ist am besten bei den Süsswasserbryozoen bekannt geworden (Fig. 139, p. 207). Er besteht wesentlich aus 3 Theilen: 1. aus longitudinal verlaufenden Retraktoren (ähnlich denen der Sipunculaceen), welche durch die Leibeshöhle verlaufen und sich einerseits am vorderen Körperende in der Nähe der Tentakeln, anderseits im Grunde der Zelle an die Leibeswand ansetzen; 2. aus einem System von Fäden, welche zwischen der eingestülpten Wand der Rüsselscheide und der benachbarten äusseren Leibeswand ausgespannt sind (Parieto-Vaginal-Muskeln); 3. aus ringförmig verlaufenden Muskeln, die gewöhnlich nur an der vorderen Körperwand entwickelt sind, bei Paludicella aber als Muskelreifen im ganzen Körper unter der Haut vorkommen und bei ihrer Contraction das Hervortreten des zurückgezogenen vorderen Körperendes mit den Tentakeln aus der Zelle veranlassen. Alle diese ringförmig verlaufenden Muskeln sind als Reste der Ringmuskelschicht, die Retractoren und Parieto-Vaginalmuskeln als Reste der Längsmuskulatur eines Hautmuskelschlauches aufzufassen.

Bei den Brachiopoden ist ebensowenig als bei den Bryozoen ein typischer Hautmuskelschlauch ausgebildet und dieses Verhalten steht offenbar auch hier wieder in direkter Beziehung zu der Ausbildung einer Schale. Reste eines Hautmuskelschlauches sind unter dem Integument des Mantels liegende, schwach entwickelte Fasern mit querem und longitudinalem Verlauf, ferner die Muskeln der Arme (Protractoren und Retractoren) und die Längsmuskeln des Stieles, welchen, bei dem fast allgemeinen Fehlen einer Ringmuskulatur, die elastische Wandung des Stieles entgegenwirkt. Zum Schliessen und Oeffnen der beiden Schalenklappen dient bei den Brachiopoden ein System kräftiger, massiger dorsoventral die Leibeshöhle durchsetzender Muskeln (Fig. 129), welche sich in der hintern Körperregion in der Umgebung des Schlosses (wo ein solches vorhanden ist) an die beiden Schalenklappen ansetzen (Ad-

ductoren und Divaricatoren). Diese Muskeln können nicht als dislocirte oder modifizirte Theile eines Hautmuskelschlauches betrachtet werden.

Bei Dinophilus findet sich unter dem Körperepithel ein sehr schwach entwickelter Hautmuskelschlauch (Ring- und Längsmuskelschicht).

Die Muskeln der Rotatorien verlaufen meist als isolirte Fasern in der Längsrichtung oder ringförmig um den Körper. Die Längsmuskeln sind immer stärker entwickelt, heften sich mit beiden Enden an die Haut an und dienen hauptsächlich zum Einziehen des Vorderendes mit dem Räderorgan, zur Verkürzung des Schwanzes oder Fusses, bei tubicolen Formen zum Rückziehen des Körpers in die Hülle.

Fig. 129.

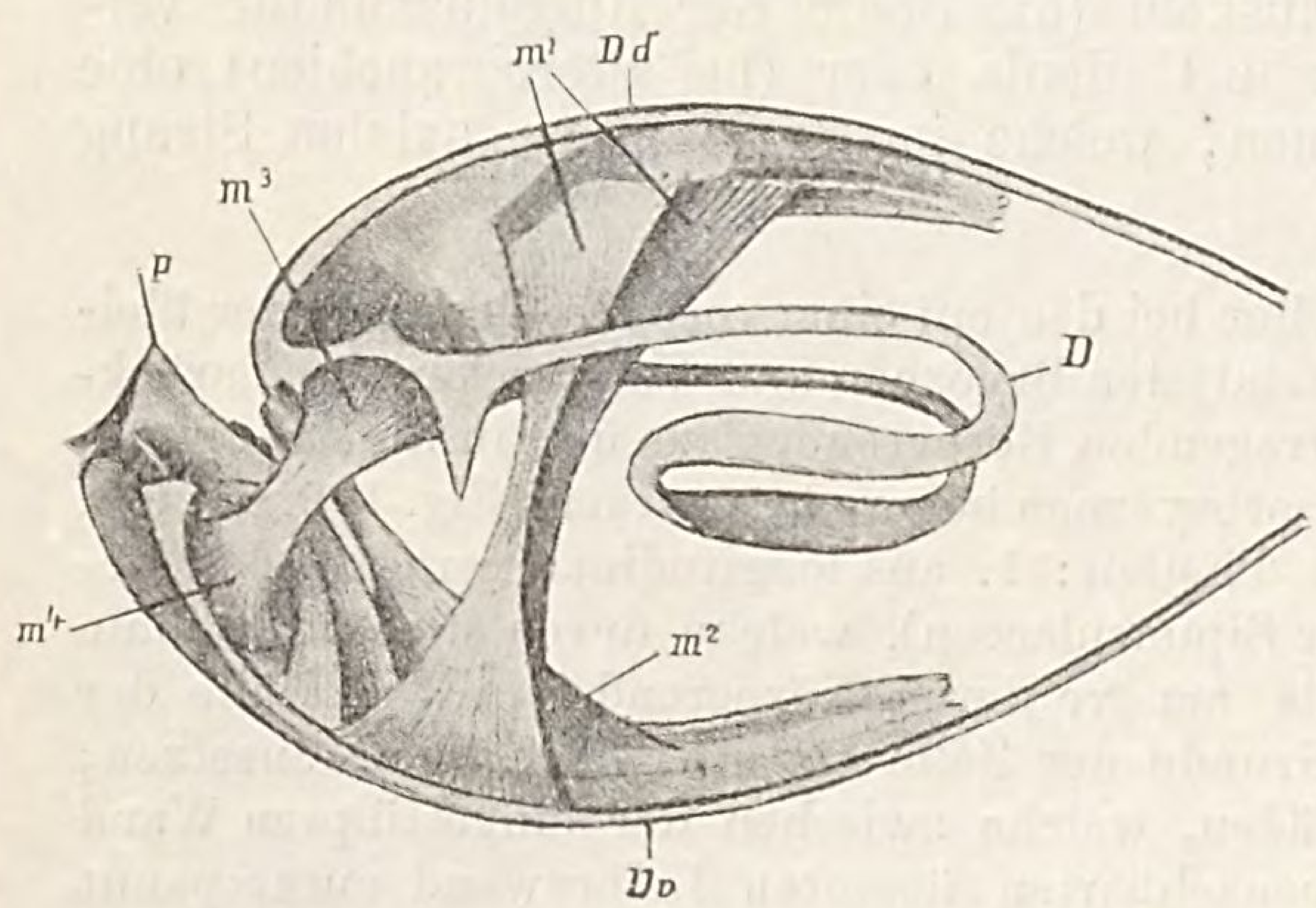


Fig. 130.

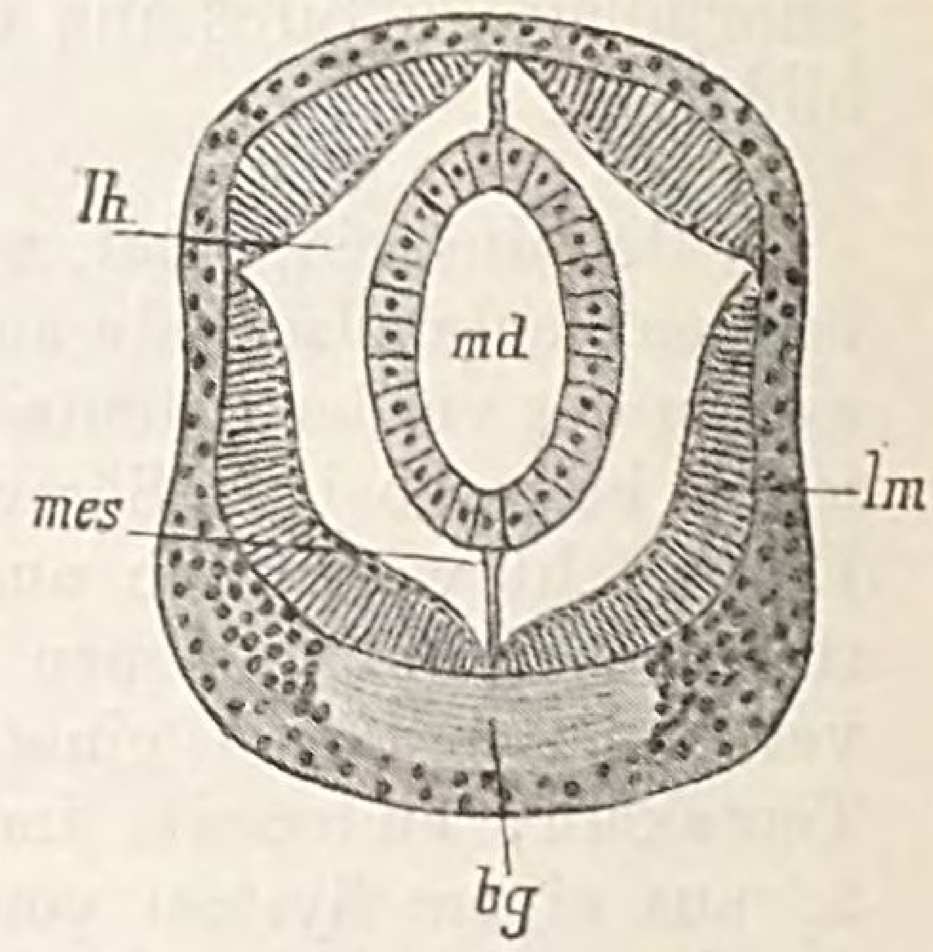


Fig. 129. **Präparat von Waldheimia flavescens** (nach Owen), von der rechten Seite gesehen, zur Demonstration der Muskulatur, des Stieles (*p*) und des Kalkgerüstes (*D*), welches zur Unterstützung der Arme dient. *Dd* dorsale, *Dv* ventrale Schalenklappe, m, m_2, m_3, m_4 Muskeln zum Oeffnen und Schliessen der Schale.

Fig. 130. **Querschnitt durch den Rumpf einer Sagitta** (nach O. Hertwig). *lh* Leibeshöhle, *mes* Mesenterium des Darmes, *md* Mitteldarm, *lm* Längsmuskulatur, *bg* Bauchganglion.

In Uebereinstimmung mit der hohen Beweglichkeit der pfeilschnell im Meer schwimmenden Chaetognathen ist der Hautmuskelschlauch bei ihnen sehr kräftig entwickelt. Doch fehlt ihm die Ringmuskelschicht. Die Längsmuskulatur (Fig. 130 *lm*) ist durch 4 longitudinale Unterbrechungsstreifen (2 laterale, ein medio-dorsaler und ein medio-ventraler) in 4 Felder eingetheilt (2 dorsale und 2 ventrale).

Wurmförmige Contractionen kommen (entsprechend dem Fehlen einer Ringmuskelschicht) nicht vor. Durch abwechselnde Contractionen der dorsalen und ventralen Muskulatur und unter Mitwirkung der horizontalen Flossen wird der elastische Körper vorwärtsgeschnellt. Die Aehnlichkeit in der Anordnung der Muskulatur mit derjenigen bei Nematoden war es vor allem, welche viele Zoologen veranlasste, die Chaetognathen zu den Nemathelminthen zu stellen.

Nur bei der Gattung Spadella findet sich, der ventralen Bauchmuskulatur nach der Leibeshöhle zu dicht anliegend, eine dünne Schicht transversaler Muskelfibrillen. Die Anordnung der Muskulatur erfährt im Kopfe der Chaetognathen eine bedeutende Complication. Die wichtigsten Kopfmuskeln sind diejenigen, welche zur Bewegung der Greifhaken dienen.

IV. Der Rüssel der Nemertinen und Acanthocephalen.

Diese Organe mögen zusammen besprochen werden, obschon sie wohl ganz unabhängig von einander entstanden und einander nicht homolog sind.

Am Rüsselapparat der Nemertinen (Fig. 131) unterscheiden wir folgende Haupttheile: 1. die Rüsselscheide, 2. den Rüssel, 3. den Rückziehmuskel des Rüssels.

Die Rüsselscheide (*rs*) liegt als ein allseitig geschlossenes Rohr über dem Darmkanal im Füllgewebe des Körpers. Ihre muskulösen Wandungen bestehen vorwiegend aus einer Ring- und einer Längsmuskelschicht. Die Rüsselscheide erstreckt sich mehr oder weniger weit nach hinten, oft bis in die Nähe des hintersten Körperendes.

Der Rüssel (*r*) ist ebenfalls ein cylindrisches Rohr. Er liegt im eingestülpten Zustande im Innern der Rüsselscheide. Der allseitig geschlossene Raum zwischen Rüsselscheide und Rüssel ist mit Flüssigkeit erfüllt. Die Wandungen der Rüsselscheide und des Rüssels verbinden sich unweit hinter dem vordersten Körperende miteinander. Von da

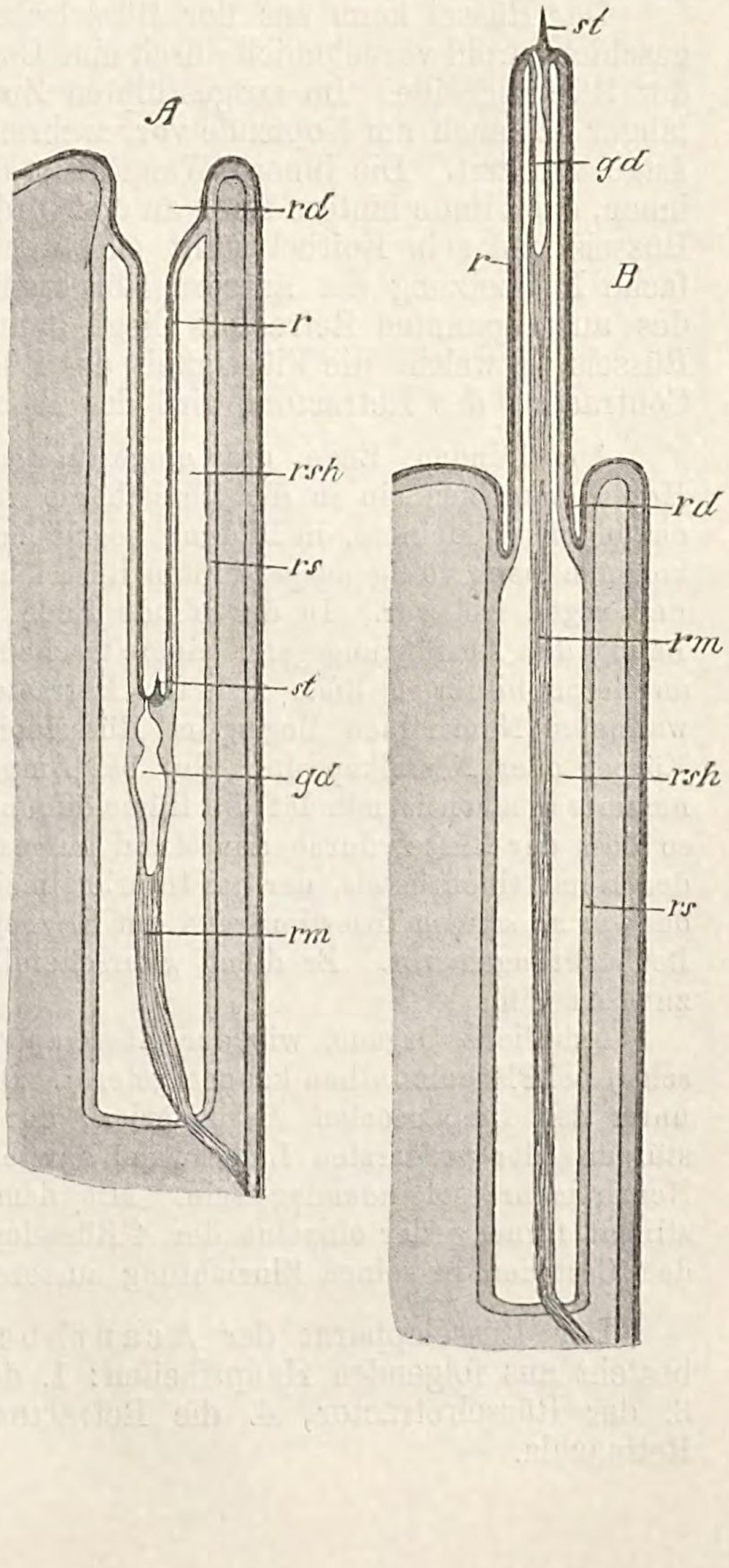


Fig. 131. Schematische Darstellung des Rüsselapparates der Nemertinen. *A* Bei zurückgezogenem, *B* bei ausgestülptem Rüssel. *r* Rüssel, *rs* Rüsselscheide, *rsh* Höhle der letztern, *st* Stachel, *gd* Giftdrüse, *rm* Rückziehmuskel, *rd* Rhynchodaeum.

erstreckt sich ein kurzes Rohr (Rhynchodaeum *rd*) bis an das vorderste Körperende, um hier, gewöhnlich getrennt von der Mundöffnung und dorsalwärts vor und über derselben, nach aussen zu münden. (Der ganze Rüsselapparat ist vollständig vom Darmkanal getrennt.) Wir gelangen also durch die äussere Oeffnung des Rhynchodaeums in die Höhle desselben, von dieser durch die Rüsselöffnung in die centrale Höhle des Rüssels, die hinten blind geschlossen ist. Die Wand des langgestreckten Rüssels ist äusserst muskulös mit zum Theil sehr complicirter und verschiedenartiger Anordnung der Muskulatur. Innen ist sie ausgekleidet von einem Epithelium, welches sich auf das Rhynchodaeum fortsetzt und an dessen äusserer Oeffnung in das äussere Körperepithel übergeht.

Am blinden hintern Ende des Rüssels inserirt sich ein Strang von Muskelfasern, der Retractor (*rm*) des Rüssels, der frei im Innern der Rüsselscheide bis an ihr hinteres Ende verläuft, ihre Wandungen durchbricht, um sich in der dorsalen Längsmuskulatur zu verlieren.

Der Rüssel kann aus der Rüsselscheide ausgestülpt werden. Dies geschieht wohl vornehmlich durch eine Contraction der muskulösen Wand der Rüsselscheide. Im ausgestülpten Zustande ragt der Rüssel als ein langer Schlauch am Kopfende vor, während das Rhynchodaeum in seiner Lage verharrt. Die innere Wand liegt dann aussen, die äussere Wand innen, das blinde hintere Ende an der vordersten Spitze des ausgestülpten Rüssels und sein Epithel stellt sich dann noch deutlicher als eine einfache Fortsetzung des äussern Körperepithels dar. Der vordere Theil des ausgespannten Retractors liegt dann in der centralen Höhle des Rüssels, in welche die Flüssigkeit der Rüsselscheide hineindringt. Durch Contraction des Retractors wird der Rüssel wieder zurückgestülpt.

Am blinden Ende des eingestülpten Rüssels findet sich bei den Hoplonemertinen ein in die Rüsselhöhle vorragender Stachel (*st*), seitlich davon meist kleinere, in Bildung begriffene Nebenstacheln. Diese Stacheln kommen beim völlig ausgestülpten Rüssel an sein vorderstes Ende zu liegen und ragen frei vor. In das blinde Ende des Rüssels mündet ferner sehr häufig der Ausführungsgang einer taschenförmigen Drüse (Giftdrüse) (*gd*), an deren hinterem Ende sich der Retractor anheftet. Bei den nicht bewaffneten Nemertinen liegen im Rüsselepithel zahlreiche stäbchenförmige Körper oder Nesselkapseln. Nur bei Amphiporus, Malacobdella und Geonemertes palaensis mündet die Rüsselöffnung von oben her in den Schlund, so dass der Rüssel durch den Mund ausgestülpt wird. Ueber die Funktion des Nemertinenrüssels, der bei Injurien meist so energisch ausgestülpt wird, dass er an seinem Insertionsrand am Rhynchodaeum abreisst, liegen wenige Beobachtungen vor. Er dient wahrscheinlich als Waffe zur Abwehr und zum Angriff.

Aehnliche Organe, wie der Rüsselapparat der Nemertinen, haben wir schon bei Plathelminthen kennen gelernt. Der Rüssel der Proboscidea (p. 147) unter den rhabdocoelen Turbellarien, der eine bleibend gewordene Einstülpung der vordersten Leibeswand darstellt, könnte möglicherweise dem Nemertinenrüssel homolog sein. Mit dem Rüsselapparat der Nemertinen stimmt ferner jeder einzelne der 4 Rüsselapparate der Tetrarhynchen unter den Cestoden in seiner Einrichtung ausserordentlich überein.

Der Rüsselapparat der Acanthocephalen (Fig. 173, p. 260) besteht aus folgenden Haupttheilen: 1. der Rüssel, 2. die Rüsselscheide, 3. der Rüsselretractor, 4. die Retractoren der Rüsselscheide, 5. die Retinacula.

Der Rüssel stellt im ausgestülpten Zustande das cylindrische oder conische, verjüngte, äusserlich mit zahlreichen Haken oder Stacheln bewaffnete Vorderende des Körpers dar. Die Rüsselscheide ist eine allseitig geschlossene, muskulöse Tasche mit doppelter Wandung. Sie setzt sich an der Basis des Rüssels an die Leibeswand an und ragt von da nach hinten in die Leibeshöhle hinein. Sie nimmt bei der Einstülpung des Rüssels dieses Organ in sich auf. Bei ihrer Contraction wird der Rüssel ausgestülpt. Der Rüsselretractor besteht aus Längsmuskeln, die, im Innern der Rüsselscheide verlaufend, sich einerseits an dem Grund (hintere Wand) der Rüsselscheide, anderseits an der Spitze des Rüssels anheften. Bei seiner Contraction wird der Rüssel eingestülpt. Der Rüsselretractor setzt sich am hintern Ende der Rüsselscheide in die beiden muskulösen Retractoren der Rüsselscheide fort, welche, der eine dorsal, der andere ventral, durch die Leibeshöhle verlaufen, um sich an dem Hautmuskelschlauch anzuheften. Diese Retractoren erhalten die Rüsselscheide in ihrer Lage. Am Grunde der Rüsselscheide entspringen ferner noch zwei bisweilen muskulöse Stränge, die Retinacula, welche seitlich durch die Leibeshöhle an die Leibeswand verlaufen und die hintern seitlichen Nervenstränge im Innern mit sich führen, die aus dem im Grunde der Rüsselscheide gelegenen Gehirnganglion ihren Ursprung nehmen.

V. Der Darmkanal.

Der Darmkanal ist bei den Würmern im Allgemeinen wohl entwickelt und mit einem After versehen. Nur bei den endoparasitischen Acanthocephalen ist jede Spur eines Darmkanales verschwunden. Auch bei den Männchen der Rotatorien und den Männchen gewisser Dinophilus-Arten ist der Darm mehr oder weniger vollständig rückgebildet. Der Darm der parasitisch in den Weibchen lebenden Zwergmännchen von Bonellia ist ohne Mund und After. Auch bei den geschlechtsreifen Gordiiden ist der Mund durch Ueberwucherung der Cuticula geschlossen. Ein After fehlt bei verschiedenen Nematoden, so bei den Mermithidae, bei Ichthyonema, bei Filaria medinensis. Bei der hermaphroditischen Generation von Allantonema mirabile ist der Darm ganz verkümmert. Eine mehr oder weniger weitgehende Verkümmerung desselben lässt sich auch bei anderen Nematoden nachweisen, z. B. Atractonema, Sphaerularia. Der Darm endigt blindgeschlossen bei den Testicardines unter den Brachiopoden und bei Asplanchna unter den Rotatorien. Alle diese Defekte und Rückbildungen stellen gegenüber dem wohlentwickelten, mit einem After ausgestatteten Darm ein abgeleitetes Verhalten dar. Meist lässt sich die Rückbildung noch ontogenetisch feststellen.

Die Wandungen des Darmes bestehen fast überall aus 2 Schichten, einer äussern Muskelschicht, die wir dem Hautmuskelschlauch gegenüber als Darmmuskelschlauch bezeichnen könnten, und einer innern, dem Darmlumen zugekehrten Epithelschicht.

Der Länge nach können wir am Darme, von ontogenetischen Gesichtspunkten ausgehend, drei Abschnitte unterscheiden, von denen uns die beiden ersten schon von manchen Coelenteraten und den Plathelminthen her bekannt sind. 1. Der Vorderdarm. Er geht hervor aus dem Stomodaeum der Larve oder des Embryo. Sein Epithel ist ectodermalen Ursprungs. Der Vorderdarm liefert vorzüglich verschie-

dene Einrichtungen zum Erfassen, Zerkleinern und Weiterbefördern der Nahrung (Pharynx, Kiefer, Zähne). 2. Der Mitteldarm, geht aus dem Mitteldarm (Mesenteron) der Larve hervor, sein Epithel ist entodermalen Ursprungs. Er bildet den verdauenden Hauptbestandtheil des Darmes. 3. Der Enddarm, meist kurz, oft kaum nachweisbar, geht aus dem Proctodaeum der Larve oder des Embryo hervor, sein Epithel stammt vom Ectoderm her. Er befördert die unverdaulichen Speisereste durch die Afteröffnung nach aussen. Wir wollen diese drei Abschnitte durch die Abtheilungen der Vermes hindurch gesondert besprechen.

A. Der Vorderdarm.

Der Vorderdarm wird bei den Nemertinen als Schlund oder Oesophagus bezeichnet. Von dem auf ihn folgenden Mitteldarm ist er vornehmlich durch die feinere Struktur seiner Wandungen unterschieden. Hie und da sind in ihn einmündende Drüsen, Speicheldrüsen, beobachtet. Besondere muskulöse Anschwellungen fehlen dem Nemertinenschlund, ein Mangel, der durch die Entwickelung eines gesonderten Rüsselapparates compensirt wird.

Der Schlund der Nematoden ist vom Mitteldarm immer deutlich abgesetzt und innen von einer kräftigen Cuticula, Fortsetzung der Cuticula der äussern Haut, ausgekleidet. Immer ist seine Muskelwand zu einem meist kugeligen oder eiförmigen Pharynx verdickt, der vornehmlich aus radiär zu seiner Achse gestellten Muskelfasern besteht. Der Mund liegt oft im Grunde einer verschieden gestalteten, mit harten Zähnen, Lippen, Papillen u. s. w. ausgestatteten Mundhöhle, und der Pharynx kann durch quere Einschnürungen selbst wieder in 2 hintereinander liegende Abschnitte zerfallen. Seltener sind in die Mundhöhle mündende Drüsenschläuche beobachtet worden.

Der Vorderdarm der Annulaten zeigt sehr verschiedenartige Einrichtungen. Schon bei den Hirudineen lassen sich zwei Typen unterscheiden. Bei den Rhynchobdelliden ist ein Pharyngealapparat entwickelt, der bis ins Einzelne mit demjenigen der Tricladen, Alloiocoelen und mancher Polycladen unter den Plathelminthen übereinstimmt. Der Mund führt in eine nach hinten gehende cylindrische Pharyngealtasche, an deren hinterm Grunde sich ein muskulöses cylindrisches Rohr, der Pharynx, erhebt, der nach vorn frei in die Pharyngealtasche hineinragt. Wir haben es also — nach der bei den Plathelminthen adoptirten Terminogie — mit einem röhrenförmigen Pharynx plicatus zu thun, der aus der Mundöffnung vorgestreckt, nicht ausgestülpt wird. Bei den Gnathobdelliden hingegen erscheint die Muskelwand des Schlundes selbst verdickt und sie springt in Form von meist drei Längsfalten oder Leisten in das Lumen vor. Diese Leisten sind oft sehr kräftig entwickelt (Kiefer) und an ihrer frei nach vorn vorspringenden Kante fein und spitz bezahnt (Kieferzähne). Der Gebrauch, den die Thiere von den Kiefern und Zähnchen machen, ist beim medizinischen Blutegel wohl bekannt. — Von der Wand des Pharynx strahlen reichliche und kräftige Muskelfasern in radiärer Richtung an die Leibeswand aus. In den Pharynx münden die Ausführungsgänge wohl entwickelter Speicheldrüsen.

Unter den Oligochaeten zeigt Aeolosoma ein sehr einfaches Verhalten. Der Vorderdarm beschränkt sich auf das Kopfsegment und bildet eine einheitliche Pharyngealhöhle mit schwach entwickelter Muskelwand. Bei allen übrigen Oligochaeten erstreckt sich der Vorderdarm durch mehrere Segmente hindurch und zerfällt durch eine quere Einschnürung in zwei Abschnitte, einen vordern, die Mundhöhle, und einen hintern, die Pharyngealhöhle oder -Tasche. Die dorsale Wand der Pharyngealhöhle verdickt sich fast immer recht beträchtlich und ragt in Form eines muskulösen, verschieden gestalteten Pharynx in die Pharyngealtasche vor. Der Pharynx ist durch Muskeln an die Leibeswand befestigt und kann meist zum Behufe der Nahrungsaufnahme unter gleichzeitiger Ausstülpung der Pharyngealtasche vorgestreckt werden. In die Pharyngealtasche können verschiedene Drüsen: Pharyngealdrüsen, Speicheldrüsen, Septaldrüsen, einmünden. Der auf die Pharyngealtasche folgende, gewöhnlich als Oesophagus bezeichnete Darmabschnitt der Oligochaeten gehört nach neueren ontogenetischen Untersuchungen zum (entodermalen) Mitteldarm und wird also später besprochen werden.

Fig. 132.

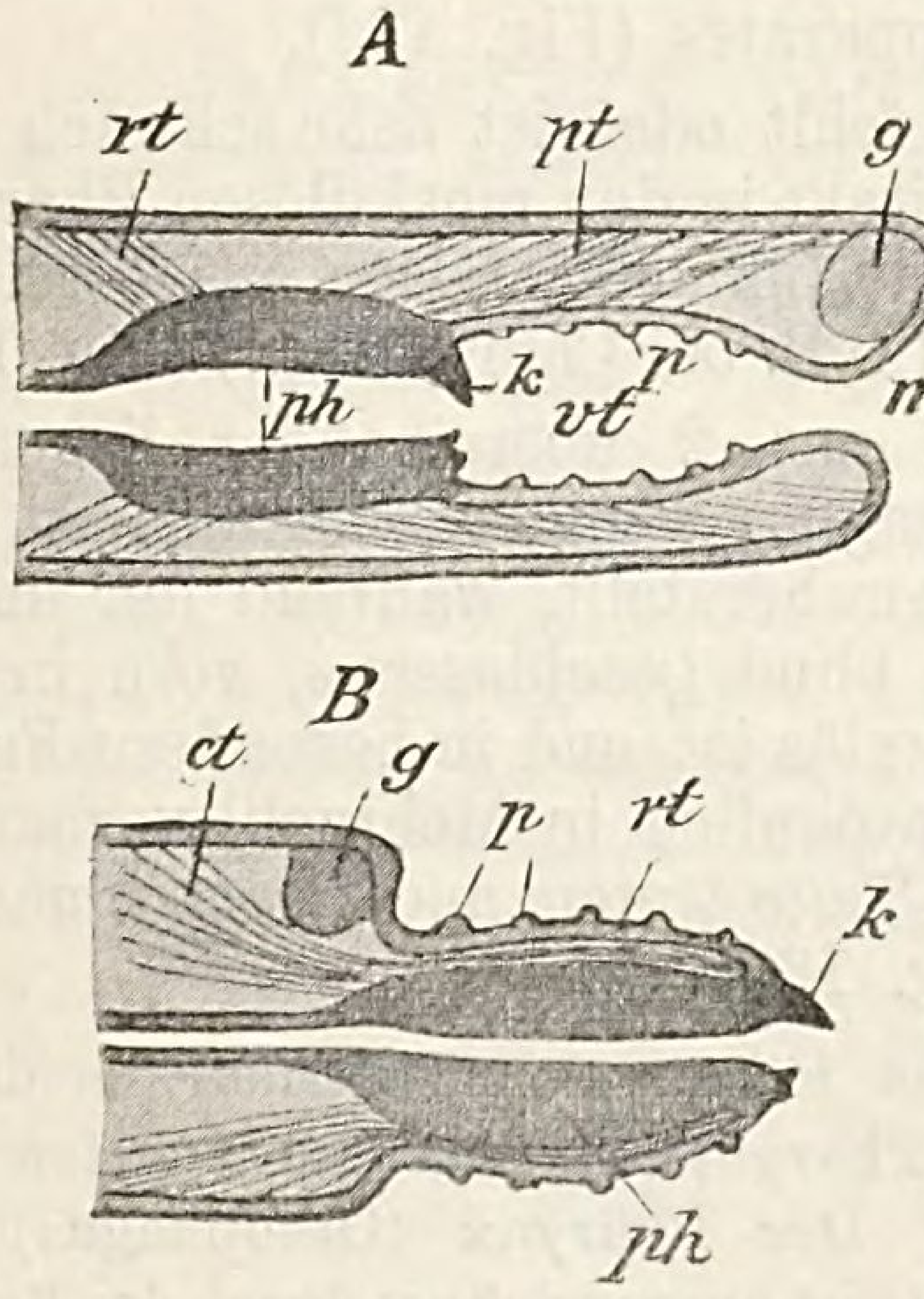


Fig. 133.

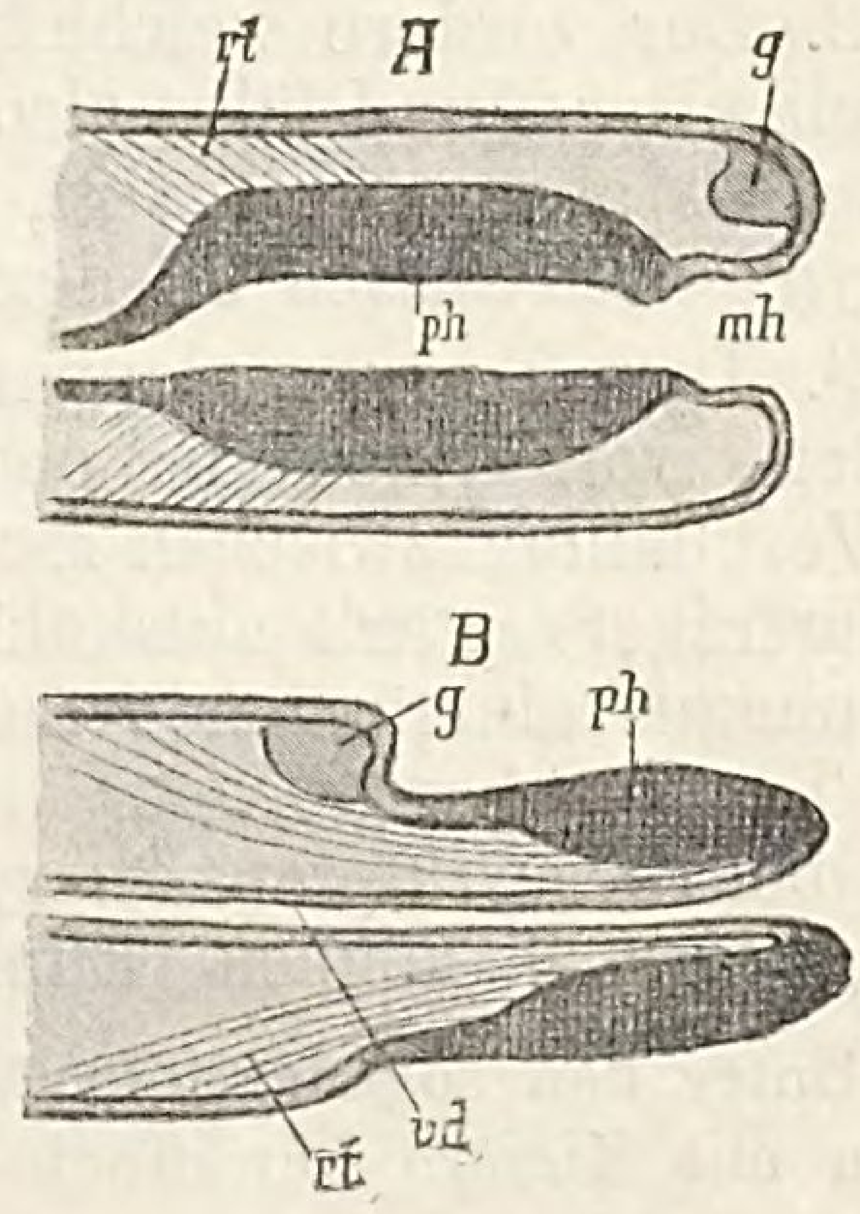


Fig. 132. **Schematische Darstellung des Pharyngealapparates eines Raubanneliden.** *g* Gehirn, *ph* Pharynx, *k* Kiefer, *m* Mund, *rt* Retractoren, *pt* Protractoren, *vt* vorderer weichhäutiger Theil des Pharyngealapparates, *p* Papillen desselben. *A* Pharyngealapparat im zurückgezogenen, *B* im ausgestülpten Zustande. Bei *B* bedeutet *ct* Retractoren, *rt* vorderer weich hautiger Theil des Pharyngealapparates.

Fig. 133. **Darstellung des Pharyngealapparates eines Anneliden,** 2. Schema. *g* Gehirn, *ph* Pharynx, *rt* Retractoren, *mh* Mundhöhle, *vd* Oesophagus. *A* Im zurückgezogenen, *B* im ausgestülpten Zustande.

Innerhalb der Polychaeten stossen wir wieder auf sehr verschiedene Gestaltungsverhältnisse des Vorderdarms. Bei den meisten tubicolen Formen stellt er einen kurzen, weichhäutigen, auf den Mund folgenden Abschnitt dar, der als Oesophagus bezeichnet wird. Bei Terebelliden trägt der Oesophagus einen ventralen muskulösen Anhang, den Schlundsack. Die grosse Mehrzahl der Polychaeten aber sind durch den Besitz eines Pharyngealapparates charakterisirt, der besonders bei den Errantia zu einer hohen Complikation gelangen und sich durch zahl-

reiche Segmente hindurch erstrecken kann. Im Ganzen und Grossen können wir 3 Modifikationen dieser Pharyngealapparate unterscheiden.

1. Der Pharyngealapparat besteht aus 2 Theilen. Der vordere Theil, in den der Mund führt, ist ein weichhäutiges Rohr, das innen häufig mit Papillen ausgestattet ist. Der hintere Theil ist durch die starke Entwickelung seiner Muskelschichten dickwandig und stellt den eigentlichen Pharynx (gewöhnlich Rüssel genannt) dar. Sein vorderes Ende trägt nach innen vorspringende Papillen oder einen kegelförmigen Fortsatz, oder ausserdem noch (Errantia) 2 harte chitinige Kiefer. Dieser Pharynx kann so vorgeschoben werden, dass sein vorderes bewaffnetes Ende frei nach aussen vortritt und er nunmehr an seiner ganzen Oberfläche von dem vorderen weichhäutigen Theile des Pharyngealapparates umgeben ist, dessen Papillen nach aussen zu liegen kommen. Der vordere weichhäutige Theil wird also nach aussen, wie ein Handschuhfinger, ausgestülpt, der eigentliche Pharynx folgt ihm durch Verschiebung nach. Die Ausstülpung erfolgt entweder durch einen Druck der perienterischen Flüssigkeit in Folge einer Contraction des Hautmuskelschlauchs oder durch die Contraction besonderer Protractoren des Pharynx. Die Rückstülpung erfolgt durch besondere Retractoren. Dies ist die verbreitetste Einrichtung des Pharyngealapparates (Fig. 132).

2. Der vordere weichhäutige Theil fehlt oder ist sehr schwach entwickelt. Der Mund führt also ziemlich direkt in den muskulösen Pharynx, der selbst ausgestülpt wird, so dass seine Innenfläche am ausgestülpten Pharynx nach aussen zu liegen kommt (z. B. bei Capitelliden) (Fig. 133).

3. Der Pharyngealapparat besteht aus 2 übereinander liegenden Theilen, von denen der obere (Oesophagus) weniger muskulös ist und die Verbindung zwischen Mund und Darm herstellt, während der untere (Kieferträger) stark muskulöse, hinten blind geschlossene, vorn in den Oesophagus einmündende äusserst muskulös ist und in besondern Falten oder Taschen harte Kiefer trägt, die gewöhnlich in Mehrzahl vorhanden sind, bei vorgestülptem Pharynx frei zu Tage treten und gegen einander bewegt werden können (Euniciden) (Fig. 134).

Unter den sogenannten Archianneliden nähert sich Histriodrilus durch seinen mit Kiefern bewaffneten ventralen Pharyngealbulbus am meisten dem 3. Typus. Der Pharynx (Oesophagus) von Polygordius ist ausgezeichnet durch das Fehlen einer Muskelschicht und durch die starke Verdickung seiner epithelialen Wandung, welche nur in der ventralen Mittellinie sehr dünn ist. Unter dem Pharynx liegt eine dünnwandige, hinten blindgeschlossene, durch eine Längsspalte mit dem Pharynx communicirende Rinne. Bei Protodrilus mündet ganz vorn hinter der Mundöffnung in den sackförmigen, nicht muskulösen Oesophagus ein muskulöses, U-förmig gebogenes, unter dem Anfangstheil des Darmes liegendes Anhangsorgan. Polygordius und Protodrilus nähern sich also im Verhalten ihres Vorderdarmes den Terebelliden.

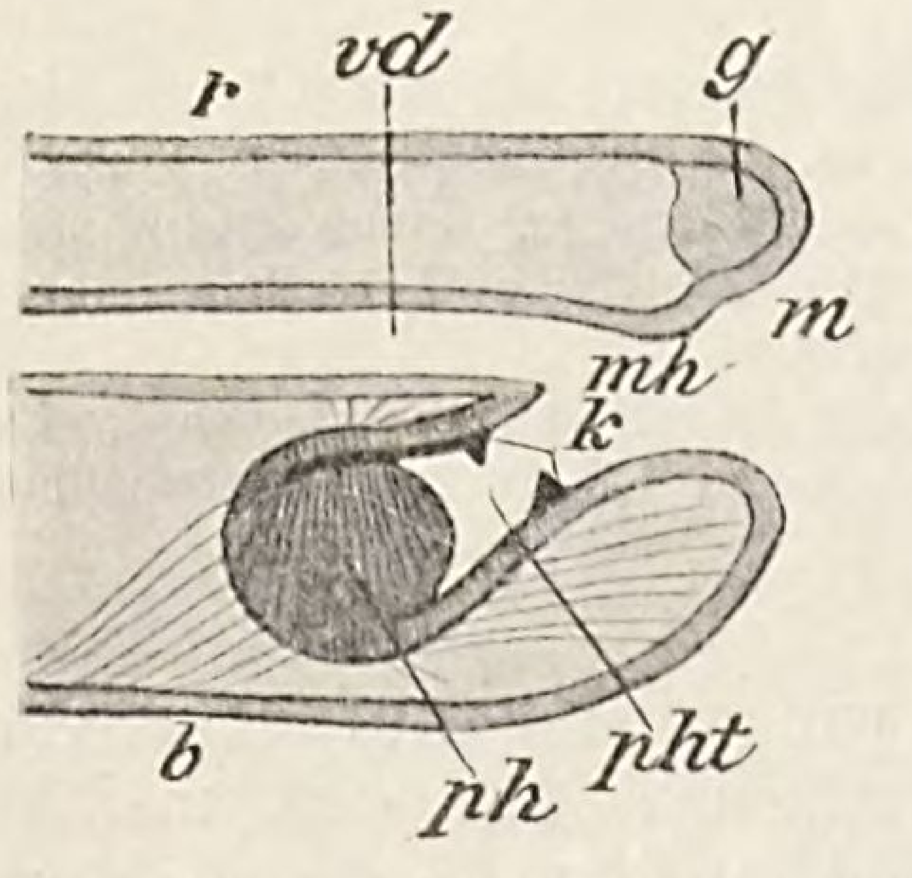


Fig. 134. **Drittes Schema des Pharyngealapparates eines Anneliden (Eunicide),** im zurückgezogenen Zustande. *g* Gehirn, *vd* Oesophagus, *ph* Pharynx, *pht* Pharyngealtasche, *k* Kiefer, *mh* Mundhöhle, *m* Mund, *r* Rücken, *b* Bauch.

Die einen kräftigen muskulösen Pharynx besitzende Gattung Sternaspis ist dadurch

ausgezeichnet, dass die vordersten 7 Segmente des Körpers eingestülpt werden können.

Drüsen, die in verschiedene Theile des Pharyngealapparates einmünden können, sind bei zahlreichen Polychaeten beobachtet worden.

Bei den Echiuriden unterscheidet sich der Vorderdarm relativ wenig von dem Mitteldarm und er nimmt auch schon an der Bildung der Schlingen Theil, welche der Darmkrnal in der Leibeshöhle bildet. Man unterscheidet an ihm drei Abschnitte, von vorne nach hinten den Pharynx, den Oesophagus und den Kropf. Der Oesophagus ist es, an welchem die Muskelschicht besonders kräftig entwickelt ist. Es ist nicht sicher, ob irgend ein Theil des Vorderdarmes ausgestülpt werden kann. Die Nahrung wird jedenfalls durch den Kopflappen (Rüssel) erfasst und in dessen ventraler Rinne dem Munde zugeleitet.

Die Myzostomiden besitzen einen Pharyngealapparat, der nach dem Muster desjenigen der Rhynchobdelliden unter den Hirudineen gebaut ist. Am freien Ende des Pharynx finden sich tentakelartige Fortsätze.

Bei den Prosopygiern ist im Allgemeinen der Vorderdarm sehr kurz und nicht auffällig entwickelt. Dies steht offenbar in Uebereinstimmung mit der Art der Nahrungsaufnahme dieser meist festsitzenden Thiere, die durch besondere äussere Anhänge des Kopfes (Tentakel, Arme) vermittelt wird. (In ähnlicher Weise fanden wir bei den tubicolen oder schlammbewohnenden Chaetopoden, die mit einer Tentakelkrone oder einem Kopflappen versehen sind, den Pharyngealapparat viel schwächer entwickelt, als bei den übrigen Formen.) Unter den Sipunculaceen ist nur bei den Priapuliden ein wohlentwickelter Schlundkopf vorhanden, dessen innere Cuticula zahlreiche in das Lumen vorspringende Zähne bildet. Die Muskulatur ist sehr kräftig und besteht vorwiegend aus Ring- und Radiärmuskeln. Bei den Phoroniden, Bryozoen und Brachiopoden stellt der Vorderdarm das nur selten deutlich abgesetzte und mit einer Muscularis umgebene Verbindungsstück zwischen Mund und Magen dar, welches gewöhnlich als Oesophagus bezeichnet wird.

Bei den Rotatorien (Fig. 162, p. 246) führt der Mund zunächst in eine gewöhnlich bewimperte enge Mundhöhle (Schlund), an der sich nur selten eine äussere Muskelschicht nachweisen lässt. Auf die Mundhöhle folgt der deutlich abgesetzte Schlundkopf oder Pharynx, der mit chitinigen Kaustücken und kräftiger sie bewegender Muskulatur ausgestattet ist. Die Kaustücke bestehen aus einem mittleren Theil (Incus) und zwei seitlichen (Mallei), von denen jeder wieder aus zwei gelenkig mit einander verbundenen Stücken (Uncus und Manubrium) besteht. Mundhöhle und Pharynx dürften zusammen als Vorderdarm aufgefasst werden können. In den Pharynx münden bei verschiedenen Rotatorien Speicheldrüsen.

Der Vorderdarm der Gattung Dinophilus (Fig. 163, p. 247) erinnert durch sein ventrales muskulöses Anhangsorgan, dessen hohles Vorderende unmittelbar hinter dem Munde in den Schlund einmündet, auffallend an die bei den Archianneliden und Terebelloiden bestehenden Verhältnisse. Der bewimperte Vorderdarm selbst zerfällt wieder in

einen gestreckten vordern Schlund und in einen kurzen hintern Vormagen, in den 2 seitliche Speicheldrüsen einmünden.

Bei den Chaetognathen ist der sehr einfache, im Kopfe liegende Vorderdarm quer zusammengedrückt und aussen mit einer Muskelschicht ausgestattet, deren Fasern dorso-ventral verlaufen.

B. Der Mitteldarm.

Er geht aus dem entodermalen Mesenteron der Larve oder des Embryo hervor. Doch sind die Beziehungen der verschiedenen Darmabschnitte zum embryonalen Darm nur in wenigen Fällen sicher festgestellt, so dass die Abgrenzung des Mitteldarmes gegen den Vorder- und Hinterdarm vielfach eine willkürliche ist. Im Mitteldarmepithel finden sich allgemein zahlreiche Drüsenzellen.

Der Mitteldarm der Nemertinen durchzieht den ganzen Körper, gewöhnlich in gerader Linie, vom Oesophagus bis in die Nähe des Afters. Er liegt unter dem Rüssel. Meist ist er mit zahlreichen kurzen, unverästelten seitlichen Taschen oder Diverticula besetzt, die hie und da ziemlich regelmässig hinter einander liegen und so eine ähnliche Segmentirung des Darmes bedingen, wie sie bei Tricladen vorkommt. Bei den Hoplonemertinen entsendet der Darm vorn ein unpaares Divertikel unter den Oesophagus. Eine dem Mitteldarm eigene Muskulatur ist bis jetzt bei Nemertinen nicht nachgewiesen.

Fig. 135.

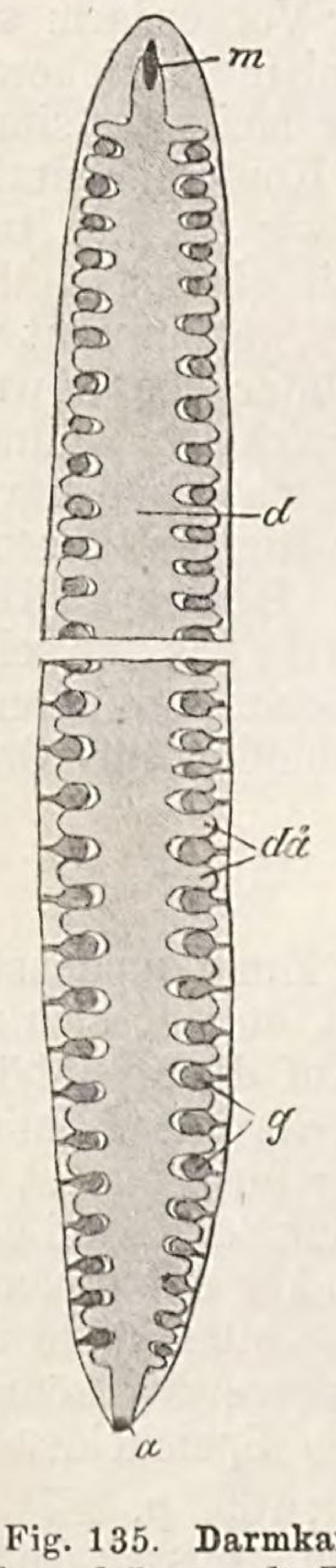
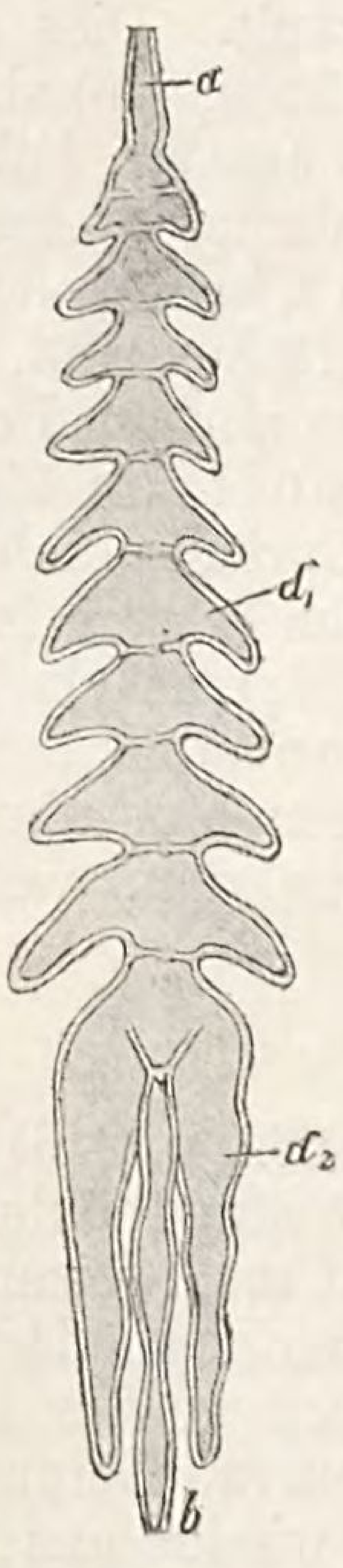


Fig. 136.



Der Mitteldarm von Malacobdella besitzt keine seitlichen Divertikel, dafür hat er einen geschlängelten Verlauf.

Auch bei den Nematoden nimmt der Mitteldarm einen geradlinigen Verlauf durch den Körper. Eine specielle Darmmuskulatur scheint überall zu fehlen.

Fig. 135. **Darmkanal und Geschlechtsorgane einer Nemertine,** schematisch. *m* Mund, *a* After, *d* Darm, *dä* Darmdivertikel, *g* durch seitliche Poren nach aussen mündende Geschlechtsdrüsen.

Fig. 136. **Darmkanal von Hirudo medicinalis.** *a* Pharynx, *b* After, d_1 paarige Seitendivertikel des Mitteldarmes, d_2 hinterste, längere Divertikel.

Mit wenigen Ausnahmen verläuft auch der Mitteldarm der Annulaten geradlinig durch den Körper. Fast überall ist er äusserlich von einer Muskelschicht umgeben, die aus Ring- und Längsmuskelfasern besteht.

Der Mitteldarm der Hirudineen zeigt meist paarige, seitliche, segmental angeordnete Blindsäcke oder Divertikel, von denen das letzte Paar oft sehr lang ist und sich zu beiden Seiten des Enddarmes nach hinten erstreckt. Bisweilen erhält sich nur dieses letzte Paar von Divertikeln oder die Divertikel können auch ganz fehlen (z. B. Nephelis, Lumbricobdella).

Am Mitteldarm der Oligochaeten unterscheiden wir 2 Hauptabschnitte, den Oesophagus (der nach neueren Beobachtungen auch aus dem entodermalen Mesenteron hervorgeht) und den Magendarm. Der Oesophagus ist meist ein Rohr mit engem Lumen und schwachen Wandungen. Bei den landbewohnenden Oligochaeten und den Naidomorphen besitzt der Oesophagus in seinem Verlaufe eine (selten doppelte) muskulöse Anschwellung, den Muskelmagen. Ausserdem münden in den hintern Theil des Oesophagus der Lumbriciden und verwandten landbewohnenden Oligochaeten 3 Paar drüsige Seitentaschen, die als Kalkdrüsen oder MORREN'sche Drüsen bezeichnet werden.

Der ansehnliche Magendarm zeigt häufig an den Grenzen der aufeinanderfolgenden Segmente Einschnürungen. Bei den Lumbriciden wird die resorbirende Oberfläche des Magendarms dadurch vergrössert, dass seine dorsale Wandung sich der Länge nach in das Lumen des Darmes einstülpt und so ein in der dorsalen Mittellinie des Darmes gegen die Leibeshöhle zu gespaltenes Rohr, die Typhlosolis (Fig. 166, p. 251, *ty*), darstellt.

Auch am Mitteldarm der Polychaeten lässt sich meist ein kürzerer und engerer vorderer Abschnitt von dem hintern, weitern Magendarm unterscheiden. An der Grenze beider können besondere Drüsenschläuche einmünden, ähnlich den MORREN'schen Drüsen der Oligochaeten. Meist zeigt der Magendarm aufeinanderfolgende, an der Grenze der Segmente durch Einschnürungen getrennte, segmentale Anschwellungen. Oft verlängern sich diese Anschwellungen seitlich zu Blindsäcken, die besonders bei Aphroditeen und der eigenthümlichen Gattung Sphincter sehr lang und bei Aphrodite selbst wieder verästelt sind (Leberschläuche).

Bei Sylllideen und Hesione münden in das Vorderende des Mitteldarmes (oder in das Hinterende des Vorderdarmes?) zwei seitliche Schläuche oder Säcke, welche sich mit Luft füllen können und ein schwimmblasenähnliches Organ darstellen. Der Mitteldarm verläuft im allgemeinen gestreckt, nur bei Chlorhaemiden, Amphicteniden und vor allem bei Sternaspis bildet er mehr oder weniger auffallende Windungen.

Ausgezeichnet sind die Capitelliden und einige Euniciden durch den Besitz eines ventral vom Mitteldarm verlaufenden **Nebendarmes,** der bei den Capitelliden vorn und hinten, bei den Euniciden, wie es scheint, nur vorn, in den Hauptdarm einmündet. Von den Einmündungsstellen erstrecken sich bei Capitella im Oesophagus und Enddarm ventrale Flimmerrinnen nach vorn resp. hinten. Im Nebendarm werden nie Nahrungsbestandtheile angetroffen, er hat wahrscheinlich eine respiratorische Funktion.

Bei den Echiuriden (Fig. 137) liegt der die Länge des Körpers um ein vielfaches überragende Mitteldarm in zahlreichen Schlingen und Windungen. Er besitzt einen ihm eng anliegenden Nebendarm, der vorn und hinten in eine longitudinale Wimperrinne des Hauptdarmes über-

geht und wohl mit Recht als eine vom Hauptdarm abgetrennte Strecke dieser Rinne betrachtet wird.

Fig. 137.

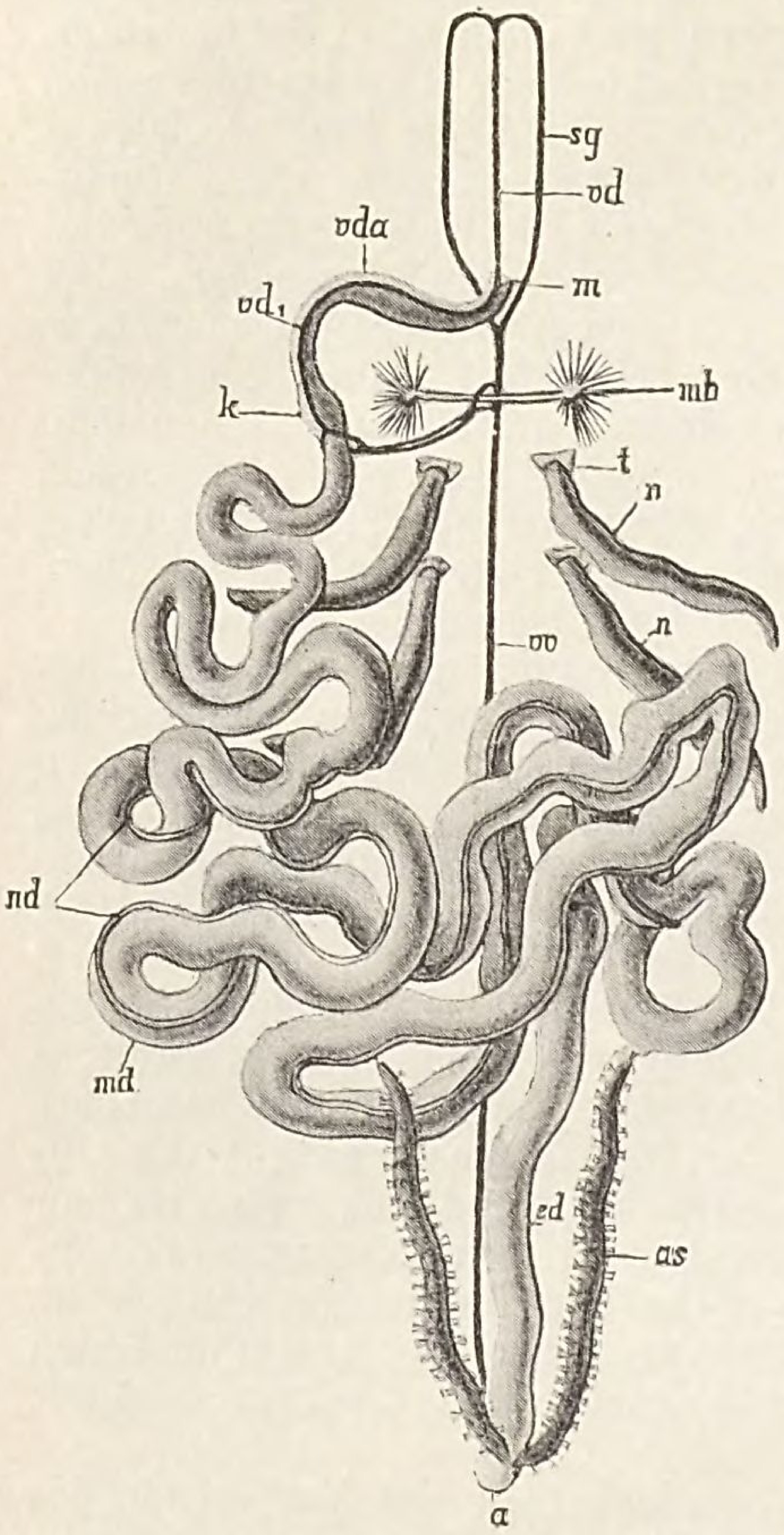


Fig. 137. **Darmkanal, Gefässsystem und Nephridien von Echiurus.** *sg* Seitengefässe des Kopflappens, *vd* Dorsalgefäss des Kopflappens, vd_1 Rückengefäss des Vorderdarmes *vda*, *k* Kropf, *md* Mitteldarm mit dem Nebendarm *nd*, *vv* Bauchgefäss, *n* Nephridien, *t* deren Trichter, *as* Analdrüsen, *ed* Enddarm, *a* After, *mb* Muskeln der vordern Hackenborsten, *m* Mund.

Fig. 138.

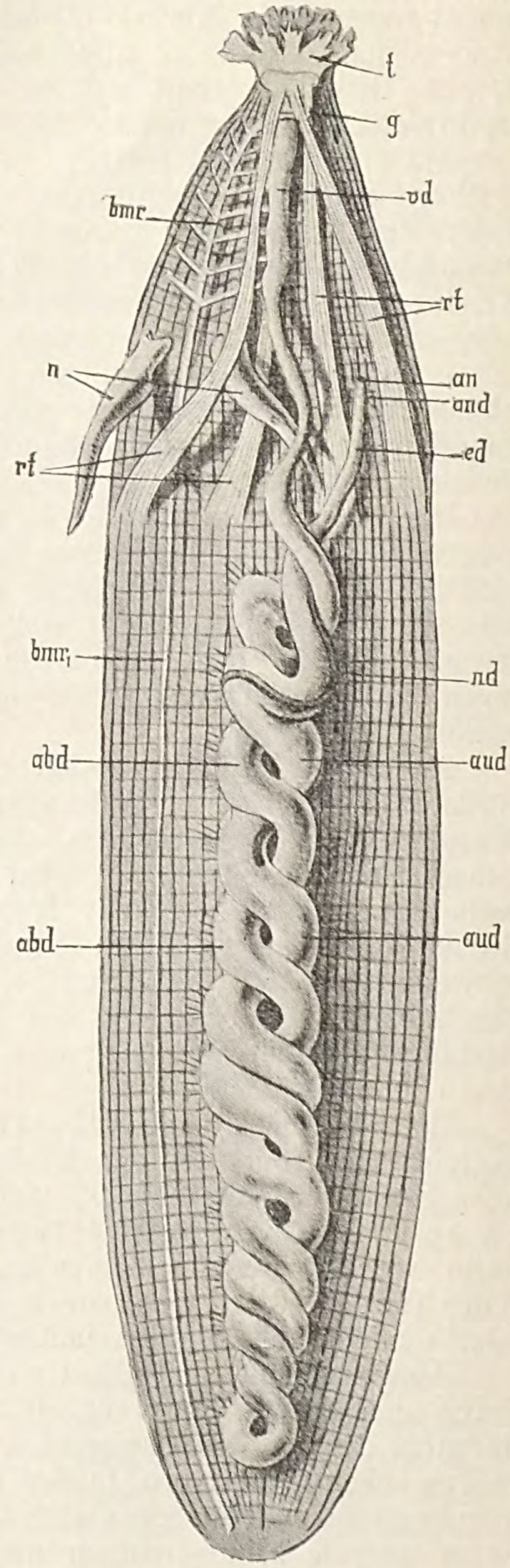


Fig. 138. **Anatomie von Sipunculus mit ausgestülptem Rüssel**, zum Theil nach Vogt und Jung. Der Körper ist der Länge nach aufgeschnitten. *t* Tentakel, *g* Gehirn, *vd* Vorderdarm, *rt* Rüsselretractoren, *n* Nephridien, *bmr* der im Rüssel liegende, frei in der Leibeshöhle verlaufende Theil des Bauchmarks, bmr_1 Bauchmark des Rumpfes, die ventrale Mittellinie markirend, *an* Anus, *and* Analdrüsen, *ed* Enddarm, *nd* Nebendarm, *abd* absteigender Schenkel, *aud* aufsteigender Schenkel des Mitteldarmes.

Der Mitteldarm der Myzostomiden (Fig. 176, p. 264) mit seinen verästelten, sich bis an den seitlichen Körperrand erstreckenden Darmdivertikeln erinnert sehr an den Mitteldarm der Annelidengattung Sphincter, deren Körper ebenfalls scheibenförmig verbreitert ist.

Während unter den Sipunculaceen der Mitteldarm bei den Priapuliden geradlinig den Körper durchzieht, bildet er bei den Sipunculiden (Fig. 138) im Rumpfe einen bis zum Hinterende des Körpers verlaufenden, absteigenden Schenkel, der dann umbiegt, um in einem aufsteigenden Schenkel nach vorn zu ziehen. Beide Schenkel umwinden einander und bilden eine Darmspirale. Im ganzen Verlaufe des Mitteldarmes verläuft eine Wimperrinne. Wo diese am hinteren Ende des Mitteldarmes aufhört, setzt sich an den Darm ein blindgeschlossenes, um das Ende des Mitteldarmes gewundenes Divertikel an, welches dem Nebendarm der Chaetopoden homolog sein dürfte.

In ähnlicher Weise wie bei den Sipunculaceen bildet der Darm bei Phoronis einen absteigenden und einen auf dessen Rückenseite aufsteigenden Schenkel.

Die Verhältnisse bei den Bryozoen (Fig. 139) schliessen sich eng an diejenigen der bis jetzt besprochenen Prosopygier an. Ein absteigender, meist vom Vorderdarm nicht scharf getrennter Darmschenkel führt in den erweiterten Magen, aus dem ein aufsteigender Schenkel entspringt, der in den Enddarm übergeht. Der Magen verlängert sich bisweilen in einen nach hinten gerichteten, ziemlich scharf abgegrenzten, blindgeschlossenen Sack.

Am Mitteldarm der Brachiopoden unterscheidet man einen vordern, erweiterten Abschnitt, den Magen, in den der Oesophagus einmündet, und einen sich an ihn anschliessenden engern Abschnitt, den Magendarm. Der Magen trägt ein oder mehrere Paare seitlicher Ausstülpungen, die sich

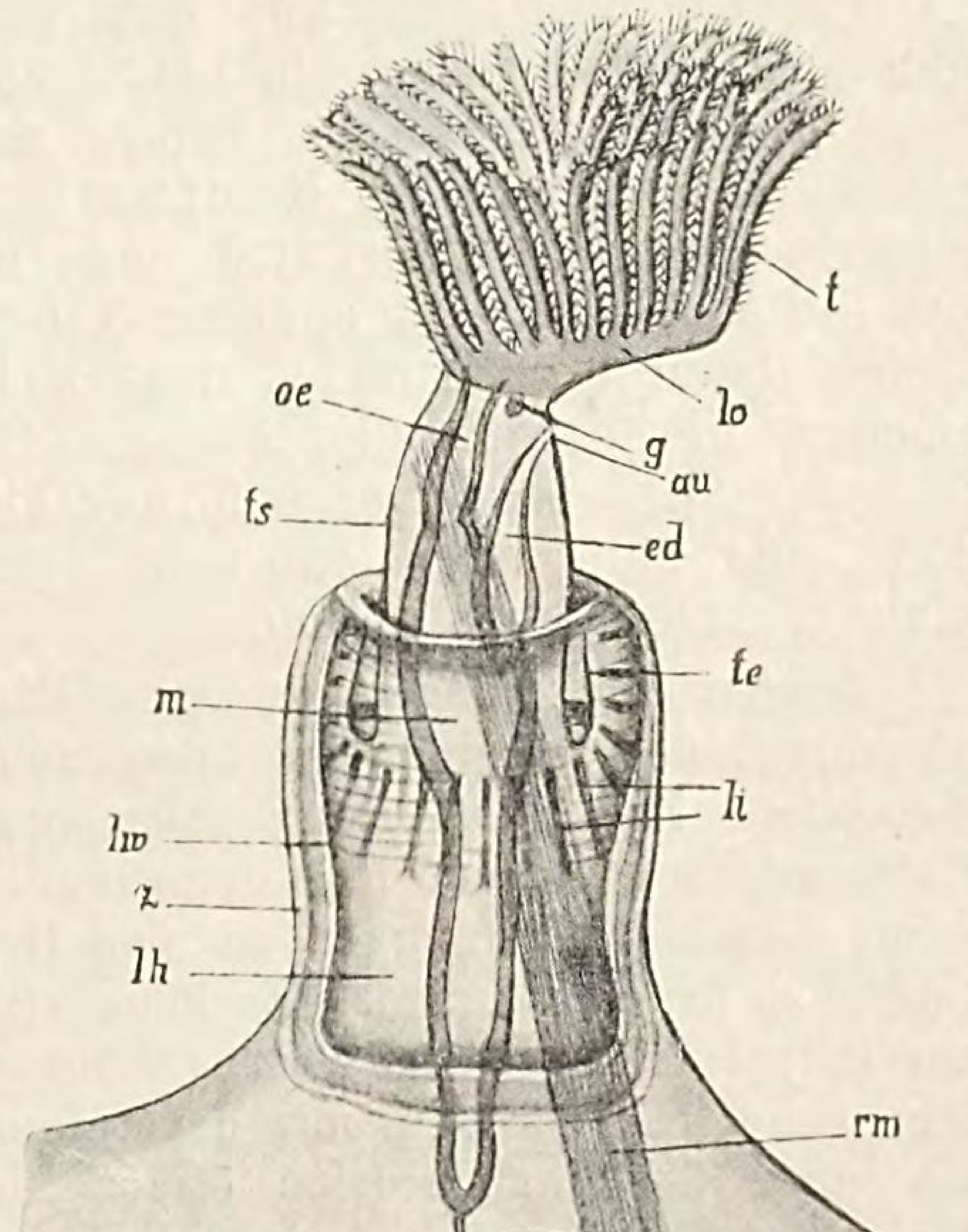


Fig. 139. **Organisation einer Einzelperson von Plumatella repens mit vorgestreckter Tentakelkrone.** *t* Tentakel, *lo* Lophophor oder Tentakelträger, *ts* Tentakelscheide (Leibeswand des Vorderkörpers), *te* beständig eingestülpter Theil der Tentakelscheide, *lw* hinterer, mit einer Cuticularhülle (Zelle *z*) bedeckter Theil der Leibeswand, *au* Anus, *ed* Enddarm, *li* muskulöse (?) Bänder, welche den eingestülpten Theil der Tentakelscheide an der Leibeswand befestigen, *rm* grosser Rückziehmuskel zum Zurückziehen der Tentakelkrone in die Zelle, *f* Funiculus, *st* Statoblasten, *m* Magen mit Magenblindsack, *lh* Leibeshöhle, *g* Gehirn.

verästeln und in voluminöse, drüsige Lappen zerfallen, die als Leber bezeichnet werden und den Magen von allen Seiten einhüllen. Der Magendarm bildet eine einfachere oder complicirtere Schlinge und verläuft dann nach hinten (Crania) oder biegt auf der einen Seite nach vorn um (übrige Ecardines) oder er endigt blind (Testicardines).

Bei Dinophilus (Fig. 163, p. 247) und den Rotatorien (Fig. 123, p. 184, Fig. 162, p. 246) bildet der Mitteldarm einen bei den Weibchen wohl entwickelten, schlauchförmigen Magen, der vom Vorder- und Enddarm gewöhnlich scharf abgesetzt ist. Das Epithel des Magens ist entweder selbst drüsig oder es münden in den Magen besondere, grosse Anhangsdrüsen ein. Eine Darmmuskulatur fehlt oder ist sehr schwach entwickelt.

Der Mitteldarm der Chaetognathen (Fig. 152, p. 226) durchzieht in geradlinigem Verlaufe, ohne seitliche Anhänge zu zeigen, die Rumpfhöhle des Körpers. Eine Muskelschicht fehlt.

C. Der Enddarm und der After.

Der Enddarm geht aus dem Proktodaeum der Larve hervor und bildet bei den Würmern ein häufig sehr kurzes, aber meist vom Mitteldarm deutlich abgesetztes Rohr, das durch den After nach aussen mündet und vielfach als Rectum bezeichnet wird. Der After mündet entweder gesondert für sich nach aussen oder es verbinden sich mit ihm die Ausmündungen anderer Organe des Körpers. Diese Vereinigung kommt dadurch zu Stande, dass sich der Bezirk der Körperwand, in welchem die betreffenden äussern Oeffnungen einander sehr genähert liegen, gruben- oder taschenförmig einsenkt und so eine Kloake darstellt, die nun durch eine neue, gemeinsame Oeffnung, die Kloakenöffnung, nach aussen mündet.

Zusammenlagerungen äusserer Mündungen innerer Organe und Einstülpungen des gemeinsamen Ausmündungsbezirkes sind im Thierreich sehr verbreitet. Zur Erläuterung seien nur wenige Fälle citirt. Bei vielen Plathelminthen können die ursprünglich getrennten männlichen und weiblichen Geschlechtsöffnungen an den Grund einer gemeinsamen Geschlechtskloake zu liegen kommen. Es kann sich sogar (z. B. bei Stylostomum unter den Polycladen und bei Prorhynchus unter den Rhabdocoelen) die männliche Geschlechtsöffnung mit dem Munde combiniren. Bei den Mesostomiden unter den Rhabdocoelen öffnen sich die sonst für sich an der Oberfläche des Körpers ausmündenden Längsstämme des Wassergefässsystems in die Pharyngealtasche, die ja selbst wieder eine Einstülpung der äusseren Körperwand (Stomodaeum) darstellt. Bei einzelnen Nemertinen können die sonst allgemein getrennten Rüssel- und Mundöffnungen sich mit einander vereinigen (Amphiporus, Malacobdella, Geonemertes palaenses).

Ich will nun dazu übergehen, die wichtigsten Combinationen der Afteröffnung der Würmer mit den äusseren Oeffnungen anderer Organe zu besprechen. Es giebt drei Arten solcher Combinationen.

1. Verbindung der Afteröffnung mit Mündungen der Nephridien oder Exkretionsorgane. Bei den Priapuliden münden die beiden zuerst als Exkretionsorgane, dann als Geschlechtsschläuche dienenden Analorgane in unmittelbarer Nähe des Afters nach aussen. Bei Sipunculus sind in den letzten Theil des Enddarmes einmün-

dende, wenig entwickelte Analdrüsen beobachtet, die vielleicht (?) den Analorganen der Priapuliden homolog sind. Bei den Echiuriden, die in mancher Beziehung eine vermittelnde Stellung zwischen Chaetopoden und Sipunculaceen einnehmen, münden die beiden Analdrüsen (Analnephridien) ebenfalls in den Enddarm. Auch bei den Rotatorien münden After und Nephridien in eine gemeinsame Kloake.

2. Verbindung der Afteröffnung mit Geschlechtsöffnungen. Bei den Nematodenmännchen mündet die männliche Geschlechtsöffnung, bei den Rotatorienweibchen die weibliche Geschlechtsöffnung mit dem After in eine gemeinsame Kloake. Es liegen also bei den Räderthieren After, Geschlechtsöffnung und Nephridialöffnung in einer gemeinsamen Kloake.

Die Lage des Afters und der Kloake. Der After hat bei den Nemertinen, Nematoden und Annulaten eine terminale Lage. Bei den Nematoden liegt er ventral etwas vom hintersten Körperende entfernt, bei den Annulaten meist dorsal, aber immer im letzten Segment mit Ausnahme von Notopygos, einem Polychaeten aus der Familie der Amphinomiden, wo er einige Segmente vom Hinterende entfernt auf dem Rücken liegt. Bei den Chaetognathen liegt er ventral an der Grenze zwischen Rumpf- und Schwanzregion, bei den Rotatorien dorsal an der Grenze zwischen Rumpf und Fuss. Bei festsitzenden, tubicolen Räderthieren ist er auf dem Rücken etwas nach vorne gerückt, so dass der Enddarm nach vorne umbiegt. — Die Prosopygier sind dadurch ausgezeichnet, dass der After auf der Rückenseite weit nach vorne gerückt ist, und zwar liegt er bei den Sipunculiden an der Grenze zwischen Rüssel und Rumpf, bei Phoronis und den Bryozoen ganz vorn auf dem Rücken, und zwar entweder (Ectoprocta) ausserhalb des Tentakelträgers, oder (Endoprocta) innerhalb desselben. Wo bei den Brachiopoden überhaupt eine Afteröffnung sich erhalten hat, liegt sie rechts vorne neben dem Mund. — Doch giebt es auch einzelne Ausnahmen von der allgemeinen für die Prosopygier geltenden Regel. Bei den Priapuliden und bei der Brachiopodengattung Crania liegt der After hinten.

VI. Die Leibeshöhle, die sie quer durchsetzende Muskulatur, die Dissepimente und Mesenterien.

Bei den Nemertinen kann man noch nicht von einer Leibeshöhle (Coelom) sprechen. Abgesehen von dem Bindegewebe, welches sich zwischen die Muskeln des Hautmuskelschlauches hineindrängt, ist der Raum zwischen Darm und Hautmuskelschlauch überall von einem gallertigen Gewebe erfüllt, das dem Gallertgewebe der Coelenteraten und dem Parenchym der Plathelminthen morphologisch gleichwerthig sein dürfte. In dieses Gallertgewebe sind die verschiedenen Organe: Geschlechtsdrüsen, Blutgefässe, Nephridien, eingebettet. Dorsoventrale Muskelfasern durchsetzen dasselbe vom Rücken zum Bauch und bilden 1. um den Darm auseinanderweichend, eine Art Muskulatur desselben und 2. zwischen den Darmdivertikeln hindurchtretend, eine Art diese Divertikel trennender Muskelsepten, die, genau wie die Divertikel selbst, mehr oder weniger regelmässig hintereinander liegen und ganz an die Septen erinnern, welche zwischen den Gastrokanälen der Plathelminthen entwickelt sind.

Bei den Nemathelminthen findet sich eine sehr geräumige mit Leibesflüssigkeit erfüllte Leibeshöhle, welche bei den Nematoden den ganzen Raum zwischen Hautmuskelschlauch und Darm einnimmt und bei den Acanthocephalen, wo ein Darm fehlt, den ganzen vom Hautmuskelschlauch umschlossenen Binnenraum des Körpers darstellt. In ihr liegen, allseitig von der Leibesflüssigkeit gebadet, die Geschlechtsorgane und bei den Acanthocephalen ausserdem noch die Lemnisci. Bei letztern sind die Geschlechtsorgane durch ein muskulöses Band oder Ligament mit dem hintern Ende der Rüsselscheide und ausserdem noch durch seitliche Muskelbänder am Hautmuskelschlauch befestigt. Die Leibeshöhle der Nemathelminthen ist nicht von einem besondern Epithel (Endothel) ausgekleidet, sondern sie wird direkt nach aussen von der Körpermuskulatur, nach innen von den Darmwandungen begrenzt.

Eine ganz isolirte Stellung innerhalb der Nemathelminthen nehmen, wie in so manchen andern Organisationsverhältnissen, so auch im morphologischen Verhalten des Coeloms, die Gordiiden ein. Bei noch nicht völlig geschlechtsreifen Thieren finden wir zwischen Darm und Leibeswand eine ansehnliche Zellmasse, welche zur Zeit der Entwickelung der Geschlechtsdrüsen zum grossen Theil verschwindet und wahrscheinlich als Material zur Ernährung derselben verwendet wird. Wir finden dann an Stelle der Zellmasse eine geräumige Leibeshöhle, die aber im Gegensatz zu den übrigen Nemathelminthen allseitig von einem dem Hautmuskeschlauch innen anliegenden, oft mehrschichtigen Epithel ausgekleidet ist (Fig. 171, p. 258), das wir im Gegensatz zum Epithel des Darmkanals und zum äussern Körperepithel ein für alle Mal als Peritoneal-Endothel bezeichnen. Dieses Endothel bildet in der Medianebene des Körpers eine Scheidewand, welche am Darme in zwei Lamellen auseinanderweichend, diesen zwischen sich fasst. Die beiden Lamellen gehen zu beiden Seiten des ventralen medianen Nervenstranges in das Endothel der Leibeswand über. Durch das besondere Verhalten dieser Scheidewand (Mesenterium) wird die Leibeshöhle in 3 Hauptkammern eingetheilt: in zwei seitliche und in eine unpaare ventrale, in welcher der Darm verläuft. Wir werden später noch, bei Besprechung der Geschlechtsorgane, auf weitere Eigenthümlichkeiten dieses Mesenteriums zurückkommen.

Das Vorhandensein eines Endothels und eines dorsoventralen medianen Mesenteriums trägt dazu bei, die Gordiiden den höheren Würmern zu nähern, und stützt die Ansicht, nach welcher die Gordiiden als durch Parasitismus degenerirte höhere Würmer, wahrscheinlich Annulaten, aufzufassen sind.

Ueber das, was bei den Hirudineen unter den Annulaten als Leibeshöhle aufgefasst werden kann, herrscht noch nicht hinreichende Klarheit. Der Raum zwischen Darm und Leibeswand wird von einem Bindegewebe oder Parenchym erfüllt, dessen Elemente die verschiedenartigsten Umbildungen erleiden. Sie werden zu Pigmentzellen, zu Fettzellen, zu Fasern. Durch Verflüssigung des Inhaltes benachbarter Zellen entstehen Blutgefässe, Bluträume. Die Gesammtmasse von Bindegewebselementen ist bei den Gnathobdelliden stärker entwickelt als bei den Rhynchobdelliden. In der letzteren Abtheilung wird ein zusammenhängendes System von Blutsinussen, deren Wandung nicht muskulös, aber mit einem Endothel ausgekleidet sind, und in welchem das Centralnervensystem liegt, als wenig entwickelte oder als reducirte Leibeshöhle aufgefasst. Bei den Gnathobdelliden soll der das Bauchmark einhüllende ventrale Sinus

und seine sich um die Schlundcommissuren und das Gehirn erstreckende Verlängerung eine solche reducirte Leibeshöhle darstellen. Dieser Sinus ist aber nicht von einem Endothel ausgekleidet. Was die Entscheidung der Frage, ob und welche Theile des gesammten Lücken-, Kanal- und Sinussystems als Leibeshöhle aufgefasst werden müssen, erschwert, ist hauptsächlich die Thatsache, dass bei allen Hirudineen das Blutgefässsystem mit den Sinussen in offener Communikation steht. Die Sinusse sind von einer Flüssigkeit erfüllt, welche bei den Rhynchobdelliden farblose Blutkörperchen enthält.

In dorsoventraler Richtung verlaufen durch das Körperparenchym Muskelfasern, die, an beiden Enden verästelt, sich an die dorsale und ventrale Leibeswand anheften. Im Bereiche der Darmdivertikel bilden sie zwischen diesen liegende Muskeldissepimente, die in ihrer Anordnung an das Verhalten der Dissepimente bei Nemertinen und Turbellarien erinnern und entsprechend der metameren Anordnung dieser Divertikel selbst metamer angeordnet sind.

Für die Chaetopoden lässt sich ein allgemeines morphologisches Schema der Leibeshöhle aufstellen, das freilich in den einzelnen Abtheilungen oft beträchtliche Modifikationen erfährt. Zwischen Darm und Leibeswand existirt überall eine mit Leibesflüssigkeit erfüllte Leibeshöhle, die vom Blutgefässsystem vollständig gesondert ist. Die Leibeshöhle ist in folgender Weise gegliedert. Ein dorsales Mesenterium, welches den Darm mit der dorsalen Mittellinie, und ein ventrales Mesenterium, welches ihn mit der ventralen Mittellinie der Leibeswand verbindet, theilt die Leibeshöhle in 2 seitliche Kammern, eine rechte und eine linke.

Muskulöse Scheidewände, Septen oder Dissepimente, den Disepimenten der Turbellarien, Nemertinen und Hirudineen vergleichbar, trennen die Leibeshöhle in ebenso viele hintereinanderliegende Kammern, als Segmente vorhanden sind. Diese queren Scheidewände durchsetzen die Leibeshöhle immer an der Grenze zwischen zwei aufeinanderfolgenden Segmenten. Sie werden von denjenigen in der Längsrichtung des Körpers verlaufenden Organen durchbohrt, welche sich auf mehrere oder alle Segmente erstrecken, also vom Darmkanal, von den Blutgefässen und von den Nephridien. Die Septen sind es, welche am Darme die intersegmentalen Einschnürungen hervorbringen. Die aufeinanderfolgenden Kammern der Leibeshöhle sind wohl selten durch die Septen vollständig von einander getrennt, meist besitzen die Septen lochartige Durchbrechungen, durch welche hindurch eine freie Communikation der Leibesflüssigkeit zwischen den aufeinanderfolgenden Kammern der Leibeshöhle möglich ist.

Alle Wandungen der Leibeshöhle und der in ihr liegenden Organe sind von einem Peritoneal-Endothel ausgekleidet, das die verschiedenartigsten Modifikationen erleidet. Das Endothel der Leibeswand bezeichnet man als parietales, das Endothel des Darmes als viscerales Blatt.

Peritonealzellen mit bestimmten exkretorischen Funktionen sind die Chloragogenzellen, dieselben sind besonders bei Oligochaeten stark ausgebildet und sitzen dem Rückengefäss und dessen Verzweigungen, besonders dem den Darm umspinnenden Blutgefässnetz auf. Die aus dem venösen Blut entnommenen Exkrete liegen in diesen Chloragogenzellen in Form brauner Körnchen und gelangen höchst wahrscheinlich dadurch nach aussen, dass die Chloragogenzellen sich loslösen, allmählich zu Grunde

gehend in der Leibeshöhle flottiren und von den Nephridien nach aussen befördert werden. Auch bei den Polychaeten finden sich solche Zellen vor. Es vermögen indess wahrscheinlich die Ausscheidungsorgane die Exkretionsstoffe auch direkt aus dem Blute, und zwar aus dem die Nierenschläuche umspinnenden Gefässnetz zu beziehen.

Im Einzelnen erfährt die Gliederung der Leibeshöhle die verschiedensten Modifikationen. Die Dissepimente können in grossen Leibesregionen verkümmern oder ganz verschwinden, so dass aufeinanderfolgende Kammern der Leibeshöhle zusammenfliessen. Hauptsächlich da, wo ein vorstülpbarer Rüssel entwickelt ist, erfahren die Segmente, durch die sich dieser erstreckt, eine Reduktion ihrer Dissepimente. Dissepimente und Mesenterien sind meist auch da, wo im erwachsenen Zustande starke Umbildungen eingetreten sind, in der Jugend typisch entwickelt.

Die Mesenterien können sich auf isolirte Verbindungsbänder reduciren, welche den Darm an der Körperwand befestigen, und diese können auch nur in beschränkten Körperbezirken entwickelt sein. Anderseits kann die Leibeshöhle (hauptsächlich bei Polychaeten) noch eine reichere Gliederung erfahren. Häufig scheidet nämlich eine unter dem Darm verlaufende quere Membran, die sich jederseits neben dem Bauchmark an die Leibeswand ansetzt, die Leibeshöhle in eine paarige obere Kammer (Darmkammer) und in eine untere Kammer (Bauchmarkkammer), in welcher das Bauchmark verläuft. In dorsoventraler Richtung, von beiden Seiten der ventralen Mittellinie schief nach aussen und oben durchziehen den Körper ferner oft noch zwei seitliche Lamellen, welche von der Leibeshöhle zwei seitliche Höhlungen abgrenzen, die man als Nierenkammern bezeichnen kann, da sie gewöhnlich den grössten Theil der Nephridien bergen. Diese Lamellen schliessen transversale Muskelfasern ein (Fig. 159, p. 237).

Communikationen zwischen der Leibeshöhle und der Aussenwelt kommen in doppelter Weise zu Stande. Erstens durch die später zu besprechenden Nephridialkanäle, die ursprünglich paarig in jedem Segment vorkommen, und zweitens durch die Rückenporen. Diese sind mit Sicherheit bei den Lumbriciden und verwandten landbewohnenden Oligochaeten beobachtet und stellen medio-dorsale Durchbrechungen der Leibeswand dar, welche am vordern Ende eines jeden Segmentes liegen. Am Kopfsegment und an einer bestimmten Anzahl darauf folgender vorderster Segmente fehlen sie.

Nach einigen Autoren sollen Rückenporen auch bei Enchytraeiden und Kopfporen, welche in die Kopfhöhle führen, bei sehr verschiedenen Oligochaetenfamilien vorkommen. Doch wird dieses Vorkommen neuerdings wieder bestritten.

Die Dissepimente erfahren besonders im Körper derjenigen Chaetopoden eine auffallende Reduktion, bei denen der Darmkanal Schlingen bildet und die Segmentation des Körpers mehr oder weniger verwischt ist: Chloraemiden, Sternaspiden, Echiuriden. Es kommt dann eine grosse geräumige Leibeshöhle des Körpers zu Stande. Bei den Capitelliden wird das Fehlen eines gesonderten Blutgefässsystems durch eine auffallend stark ausgebildete Gliederung der Leibeshöhle aufgewogen.

Es ist zur Zeit noch nicht möglich, eine sicher begründete Ansicht über den phylogenetischen Ursprung der Leibeshöhle der Würmer und überhaupt der höhern Metazoen zu äussern, und es ist ebensowenig möglich, festzustellen, inwieweit die als Leibeshöhle bezeichneten Hohlräume des Körpers bei den verschiedenen Abtheilungen der Würmer homolog sind. Bei den Annulaten und vielen andern höhern Thieren weiss man schon

lange, dass bestimmte Stellen des Peritoneal-Epithels die Bildungsstätten der Geschlechtsprodukte sind. Man ist deshalb berechtigt, die Frage aufzustellen, ob nicht diejenigen Organe niederer acölomer Würmer, aus deren Keimepithel sich die Geschlechtsprodukte bilden, d. h. die Ovarien und Hoden, den Kammern der Leibeshöhle (Coelom) höherer Würmer entsprechen, aus deren Endothel-Ueberzug an localisirten Stellen die Geschlechtsprodukte hervorgehen.

Bei den Myzostomiden fehlt ein mit Leibesflüssigkeit gefüllter Hohlraum. Die zwischen Darm und Leibeswand befindlichen Organe, vor allem die Geschlechtsorgane, sind in ein bindegewebiges Körperparenchym eingebettet. Immerhin bleibt die Frage, zu entscheiden, ob nicht die Räume, in denen die Geschlechtsprodukte liegen, der Leibeshöhle anderer Würmer entsprechen. — Dorsoventrale Muskelfasern verlaufen durch das Parenchym hindurch und bilden, ähnlich wie bei Hirudineen, Nemertinen und Turbellarien, eine Art Muskelsepten, zwischen die sich, den Zwischenräumen zwischen den Geschlechtsorganen und Darmdivertikeln entsprechend, vom Rande her secundäre Muskelsepten einschieben. In der Mittelregion des Körpers lassen die Septen einen ansehnlichen Raum frei, in welchem der Darm, dorsalwärts über ihm der Uterus und ventralwärts die Ganglienmasse des Bauchmarkes liegt.

In der Gliederung der Leibeshöhle schliessen sich die Chaetognathen eng an die Chaetopoden an. Die Leibeshöhle ist durch zwei Dissepimente in drei hintereinanderliegende Kammern getheilt. Das erste Dissepiment liegt an der Grenze zwischen Kopf und Rumpf, das zweite zwischen Rumpf und Schwanz, die 3 durch diese Septen getrennten Kammern sind die Kopf-, Rumpf- und Schwanzhöhle. Der Darmkanal trennt die Kopf- und Rumpfhöhle in zwei seitliche Theile, in der Rumpfhöhle ist der Darm oft durch ein dorsales und ventrales Mesenterium an der Leibeswand befestigt und ein solches dorsoventrales, in der Medianebene liegendes Mesenterium kommt auch in der Schwanzhöhle vor, obschon hier der Darm fehlt. Ein parietales und viscerales Blatt des Peritoneal-Endothels ist vorhanden und dieses setzt sich auch auf die Mesenterien und Dissepimente fort, deren wichtigsten Bestandtheil es bildet, da sie nicht mit Muskeln ausgestattet sind.

Die Leibeshöhle der Prosopygier zeigt ein sehr verschiedenes Verhalten. Diejenige der Sipunculaceen ist gross und geräumig, wie bei Echiuriden; Dissepimente fehlen. Der Darm ist bei den Sipunculiden durch zarte Mesenterialstränge an der Leibeswand befestigt, die bei den Priapuliden fehlen. Die Leibeshöhle setzt sich in den Schwanzanhang von Priapulus fort. Der Peritoneal-Ueberzug des Darmes ist bei Sipunculiden in grosser Ausdehnung bewimpert. Dem Darm entlang verläuft, ähnlich wie bei Echiuriden, ein Längsmuskelband. Die Leibesflüssigkeit enthält gewöhnlich amöboide Lymphzellen, ausserdem flottiren in ihr bei den Sipunculiden die Geschlechtsprodukte und verschiedene eigenthümliche Körper, über deren Bedeutung man noch nicht im Klaren ist. Auch bei Phoronis ist die Leibeshöhle wohl entwickelt und allseitig von einem Peritoneal-Endothel ausgekleidet. Am vordersten Körperende findet sich ein Septum, welches die Höhle des Kopflappens und der Tentakel von der Leibeshöhle des Körpers trennt. Der Darm ist von vorn bis hinten durch ein ventrales Mesenterium an der Leibeswand befestigt, das an dem nach vorn zum After aufsteigenden Darmschenkel zu einem dorsalen Mesenterium wird. Ausserdem ist der absteigende Darmschenkel durch zwei seitliche Mesenterien mit der Leibeswand ver-

bunden. Unter den Bryozoen ist die Leibeshöhle bei den Pterobranchiern und Endoprocten äusserst reducirt, bei den Ectoprocten wohl entwickelt. Sie setzt sich in die Tentakel fort, und ist von einem, wenigstens bei Süsswasserbryozoen nachweisbaren, oft bewimperten Endothel ausgekleidet. Der Darm ist allseitig durch Fasern an der Leibeswand befestigt, die man für muskulös hält. Der Magenblindsack ist ausserdem durch einen stärkeren, nicht muskulösen Strang, den Funiculus, an der hintern Leibeswand aufgehängt. Bei Paludicella kommt noch ein zweiter Funiculus vor. Die die Eingeweide bergende Leibeshöhle der Brachiopoden ist von einem oft in grosser Ausdehnung bewimperten Endothel ausgekleidet. Der Darmkanal ist durch ein mehr oder minder completes dorsoventrales Mesenterium an der Leibeswand befestigt, welches da, wo es complet ist (z. B. bei Crania) die Leibeshöhle in 2 seitliche Hälften theilt. Häufig kommen daneben noch seitliche Membranen oder Bänder vor, welche den Darm an der Leibeswand befestigen: ein Gastroparietalband im Bereich des Magens, und ein Ileoparietalband im Bereich des Enddarms. Diese Bänder sind mit Septen verglichen worden, welche auf eine ursprüngliche Zusammensetzung des Brachiopodenkörpers aus drei Segmenten hinweisen, eine Auffassung, die noch durch andere anatomische und ontogenetische Thatsachen gestützt wird. Die Leibeshöhle setzt sich bei Brachiopoden in Hohlräume des Mantels fort.

Ein endothelialer Ueberzug konnte an der Leibeshöhle von Rotatorien und Dinophilus bis anhin nicht nachgewiesen werden. Deutliche Mesenterien und Septen fehlen. Feine, bindegewebige Fasern verbinden hie und da die in der Leibeshöhle liegenden Organe mit der Leibeswand, ohne eine constante Anordnung erkennen zu lassen.

VII. Das Nervensystem.

Nemertinen (Fig. 140, 141). Das Centralnervensystem besteht aus dem vor oder über dem Oesophagus, unter dem Anfangstheil des Rüsselapparates gelegenen Gehirn und zwei von ihm abgehenden, in den Seitentheilen des Körpers verlaufenden, häufig etwas der Bauchseite genäherten Längsstämmen, die in der Gegend des Afters endigen, oder unmittelbar vor dem After über dem Enddarm in einander übergehen. Das Gehirn besteht aus zwei seitlichen, durch eine Quercommissur

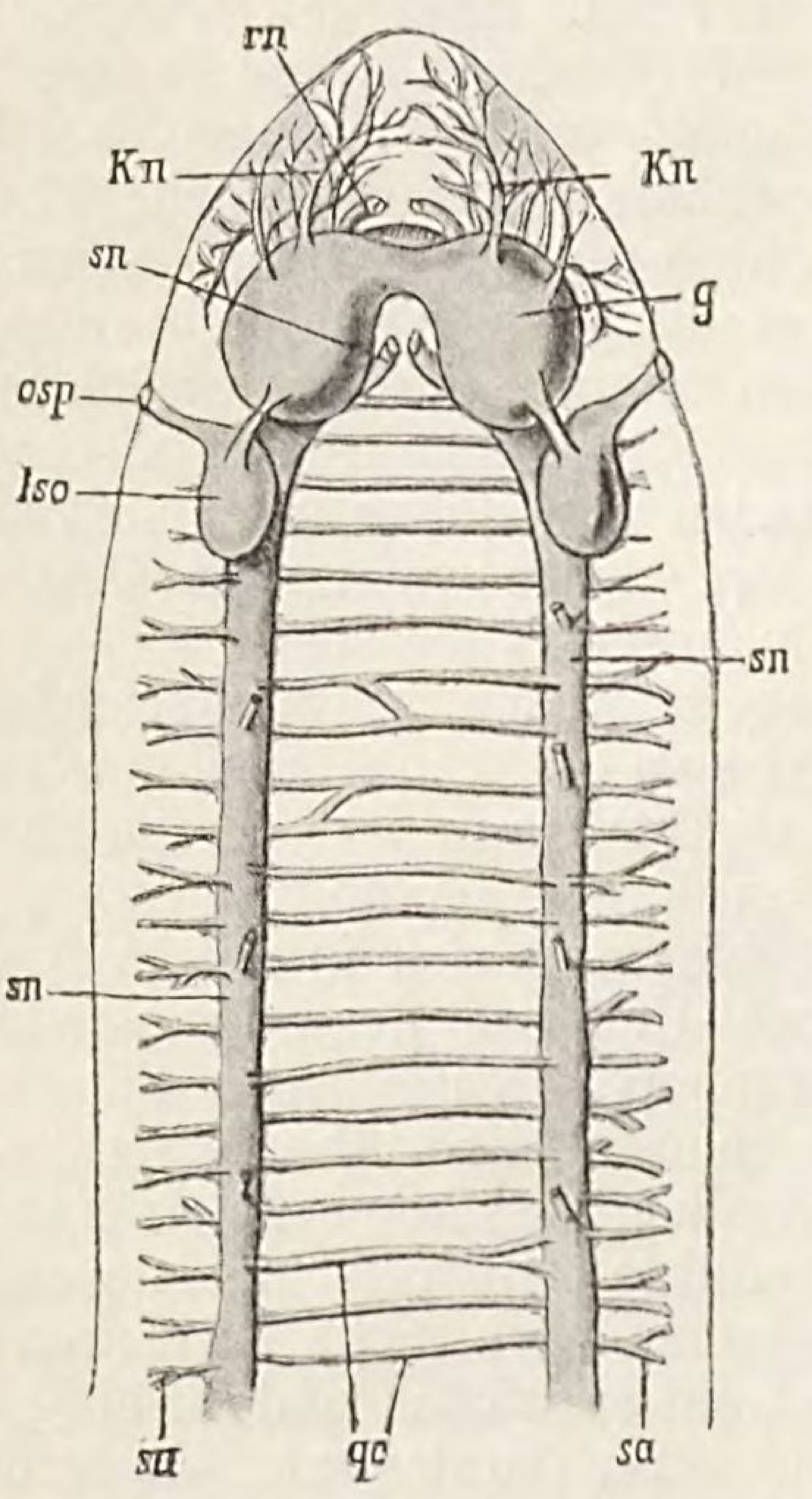


Fig. 140. **Nervensystem im vordern Körpertheil einer Nemertine (Drepanophoru- Lankesteri)** (nach Hubrecht). *g* Gehirnganglien, *osp* Oeffnung der Seitenorgane (Seitens spalten), *lso* Gehirnlobus der Seitenorgane, *rn* Anfangsstücke der Rüsselnerven, *Kn* Kopfnerven, *sn* Anfangsstücke der Schlundnerven, *sn* (weiter unten) seitliche Längsstämme, *qc* Quercommissuren zwischen denselben, *sa* Seitenäste der Längsstämme.

verbundenen, kräftigen Ganglien, die ausserdem noch durch eine über dem Rüssel verlaufende Commissur verbunden sind, so dass der Rüssel an seinem vorderen Ende von einem Nervenring umgeben ist. Jedes Gehirnganglion trägt, gewöhnlich hinten, selten seitlich oder vorn einen meist scharf abgegrenzten Lappen, welcher zu den Seitenspalten (Wimperorganen, Geruchsorganen) des Kopfes in Beziehungen tritt, die später besprochen werden sollen. Wir wollen diese Lappen als Riechlappen bezeichnen. Sie liegen gewöhnlich über den Anfangstheilen der Seitennerven. Vom Gehirn gehen verschiedene Nerven nach vorn an die Kopfspitze, an die Augen u. s. w. Besondere Nerven innerviren den Oesophagus und den Rüssel. Bei Palaeo- und Schizonemertinen kommt zwischen der Längs- und Ringmuskelschicht eine continuirliche Nervenscheide (Nervenplexus) vor, welche in die Längsstämme einmündet. In der dorsalen Mittellinie

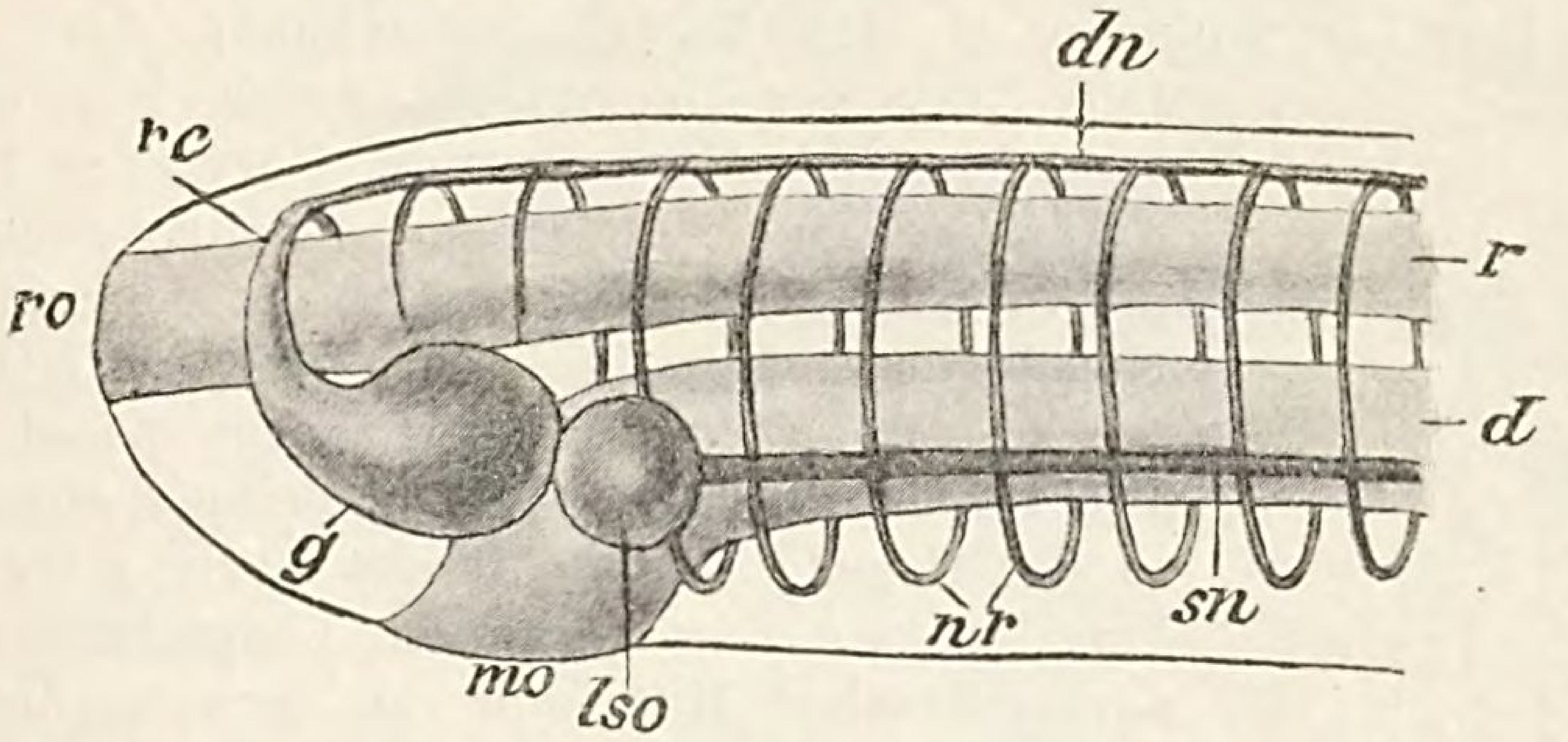


Fig. 141. **Vorderes Körperende einer Nemertine von der Seite,** schematisch (zum Theil nach Hubrecht). *g* Gehirn, *rc* Rüsselcommissur, *dn* medio-dorsaler Nerv, *lso* Gehirnlappen des Seitenorganes, *sn* Seitennerv, *mo* Mund, *r* Rüssel, *d* Darm, *nr* Nervenringe, Commissuren zwischen Seitennerven und medio-dorsalem Nerven, *ro* Rüsselöffnung.

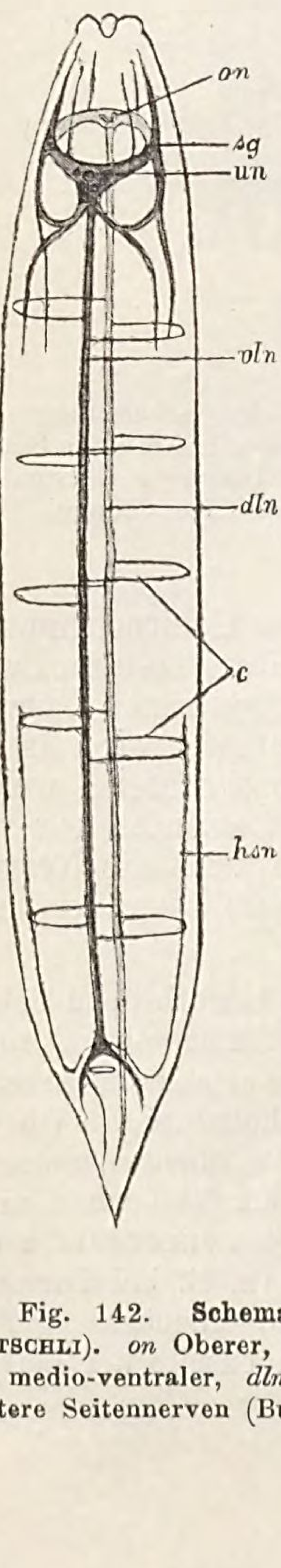
verläuft häufig ein Nerv, der vorn aus der dorsalen Gehirncommissur entspringt; unter ihm lässt sich mitunter noch ein zweiter dorso-medianer Nerv, der Rüsselscheidennerv, beobachten. In der allgemeinen Nervenscheide, von welcher aus der Hautmuskelschlauch innervirt wird, lassen sich schon bei Schizonemertinen dickere Stränge beobachten, welche ringförmige Commissuren zwischen den drei in der Längsrichtung verlaufenden Hauptnerven bilden. Bei Hoplonemertinen fehlt die Nervenscheide, die Commissuren verlaufen isolirt und zeigen bisweilen eine ausgesprochen metamerische Anordnung.

Im ganzen Aufbau des Nervensystems lässt sich eine beträchtliche Uebereinstimmung mit Plathelminthen (Polycladen, Tricladen, Trematoden) nicht verkennen. Das Gehirn und die Längsstämme der Nemertinen entsprechen dem Gehirn und den ventralen Längsstämmen der Plathelminthen. Ob der unpaare dorso-mediane Längsnerv der Nemertinen den beiden dorsalen Längsnerven der Plathelminthen entspricht, lässt sich bis jetzt noch nicht feststellen. Die Längsstämme (und auch das Gehirn) liegen entweder in der Tiefe des Epithels oder unmittelbar unter demselben (z. B. bei Carinina, Carinella) oder sie sind der Muskulatur der Leibeswand eingebettet (z. B. bei Cephalothrix, Cerebratulus) oder sie liegen auf der Innenseite der Leibesmuskulatur (z. B. Amphiporus).

Bei Malacobdella wurden früher Ganglienanschwellungen im Verlaufe der Längsstämme beschrieben, die in Wirklichkeit nicht existiren.

Nemathelminthen. Das Nervensystem der Nematoden (Fig. 142) besteht aus einem den Schlund umgebenden Ring, dessen Seitentheile oft zu einem Ganglion anschwellen. Aus dem Ring entspringt ein dorsaler und ein ventraler Längsnerv, die in den betreffenden Mittellinien bis an das hintere Körperende verlaufen. Die beiden Nerven sind durch Quercommissuren, welche unter der Cuticula ausserhalb der Muskulatur verlaufen, mit einander verbunden. Freilich brauchen sich die Quercommissuren der rechten und linken Körperseite nicht genau zu entsprechen. Vom Schlundring gehen zahlreichere Nerven nach vorn gegen die Kopfspitze.

Man hat versucht, das Nervensystem der Nematoden in folgender Weise auf das der Plathelminthen zurückzuführen. Durch Vereinigung der dorsalen Längsstämme in der Mittellinie entstand der medio-dorsale Nerv der Nematoden, durch Vereinigung der ventralen der medio-ventrale Nerv, der bei jungen Ascariden und bei einem Plectus noch deutlich paarig ist. Die dorsale Hälfte des Schlundringes der Nematoden entspricht dem Gehirn der Plathelminthen mit seinen oft deutlichen seitlichen Anschwellungen. Die ventrale Hälfte des Schlundringes entspricht den in der Gegend des Schlundes noch getrennten Anfangsstücken der ventralen Längsstämme, die in der ventralen Mittellinie zu dem medio-ventralen Nerven verschmelzen. Als Reste der lateralen Längsnerven werden am Vorderende der Nematoden eine kurze Strecke in der Seitenlinie verlaufende Nerven betrachtet. — Die Quercommissuren der Nematoden entsprechen den die verschiedenen Längsnerven der Plathelminthen verbindenden Quercommissuren. — Das Nervensystem der Nemertinen liesse sich deshalb vielleicht noch eher zum Vergleiche verwerthen, weil dort ein unpaarer dorsomedianer Nerv vorkommt und den äussern lateralen Längsnerven der Plathelminthen entsprechende Nerven fehlen, auch die seitlichen Anschwellungen des Gehirns deutlicher als durch eine Quercommissur verbundene seitliche Ganglien entwickelt sind als bei den meisten Plathelminthen.



Bei den Acanthocephalen (Fig. 173, p. 260) liegt im Grunde der Rüsselscheide ein Ganglion, welches mehrere Nerven nach vorn an die Rüsselscheide, den Rüssel und Hals entsendet. Hinten entspringen aus dem Ganglion zwei laterale Längsnerven, die zunächst am hintern Ende der Rüsselscheide in die Retinacula eintreten, in dieser bis an die Leibeswand

Fig. 142. **Schematische Darstellung des Nervensystems der Nematoden** (nach Bütschli). *on* Oberer, *un* unterer Theil des Schlundrings, *sg* Seitenanschwellung desselben, *vln* medio-ventraler, *dln* medio-dorsaler Längsnerv, *c* Commissuren zwischen beiden, *hsn* hintere Seitennerven (Bursalnerven).

und dann bis an das hintere Körperende verlaufen. Auch ein dorsaler medianer Längsnerv ist beobachtet worden. Beim Männchen ist ausser dem vordern Ganglion noch ein Ganglion im Bereich des Geschlechtsapparates (dem vordern Grunde der eingezogenen Bursa anliegend) beschrieben worden, welches Nerven an den Geschlechtsapparat abgiebt und

Fig. 143.



Fig. 144.

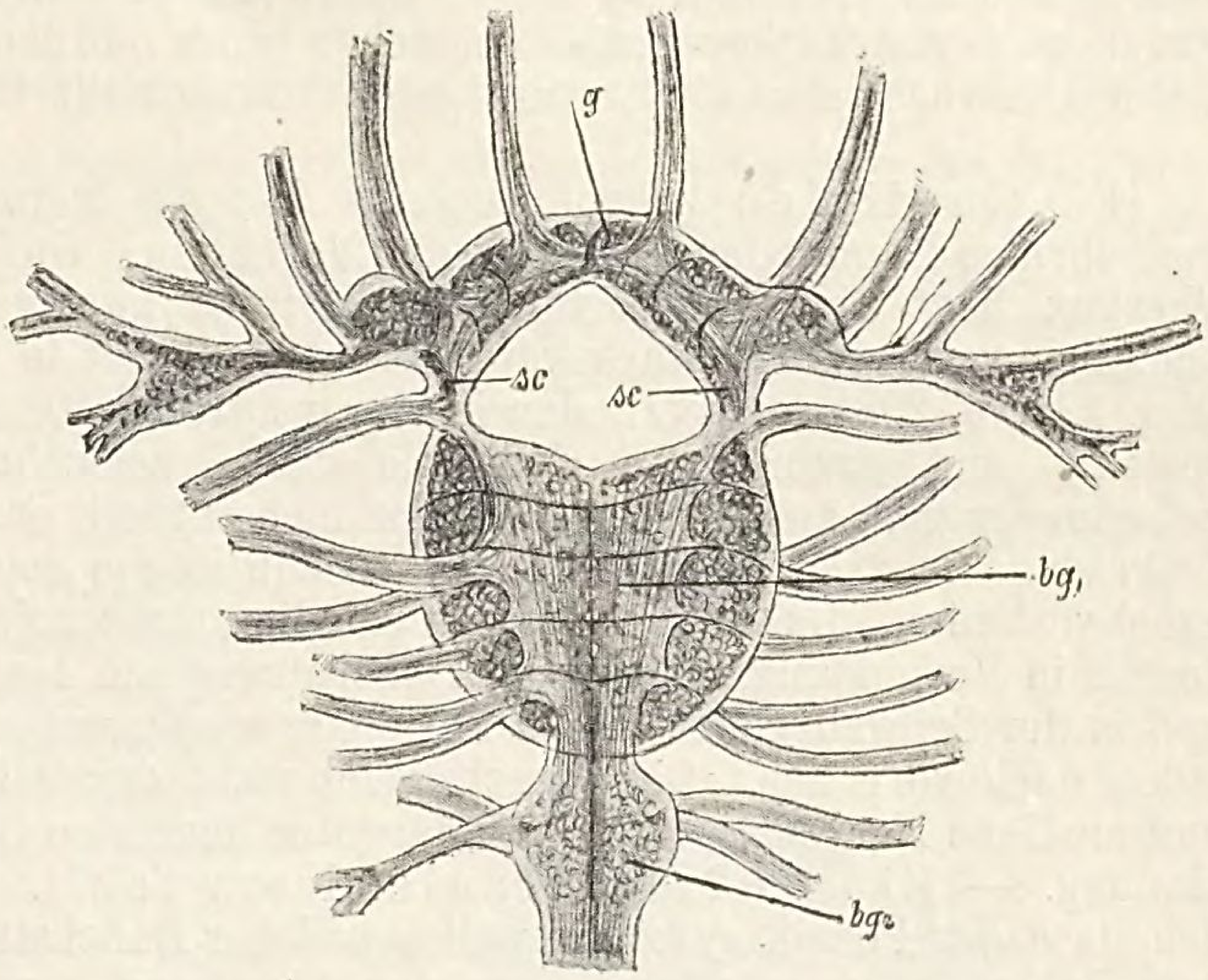


Fig. 145.

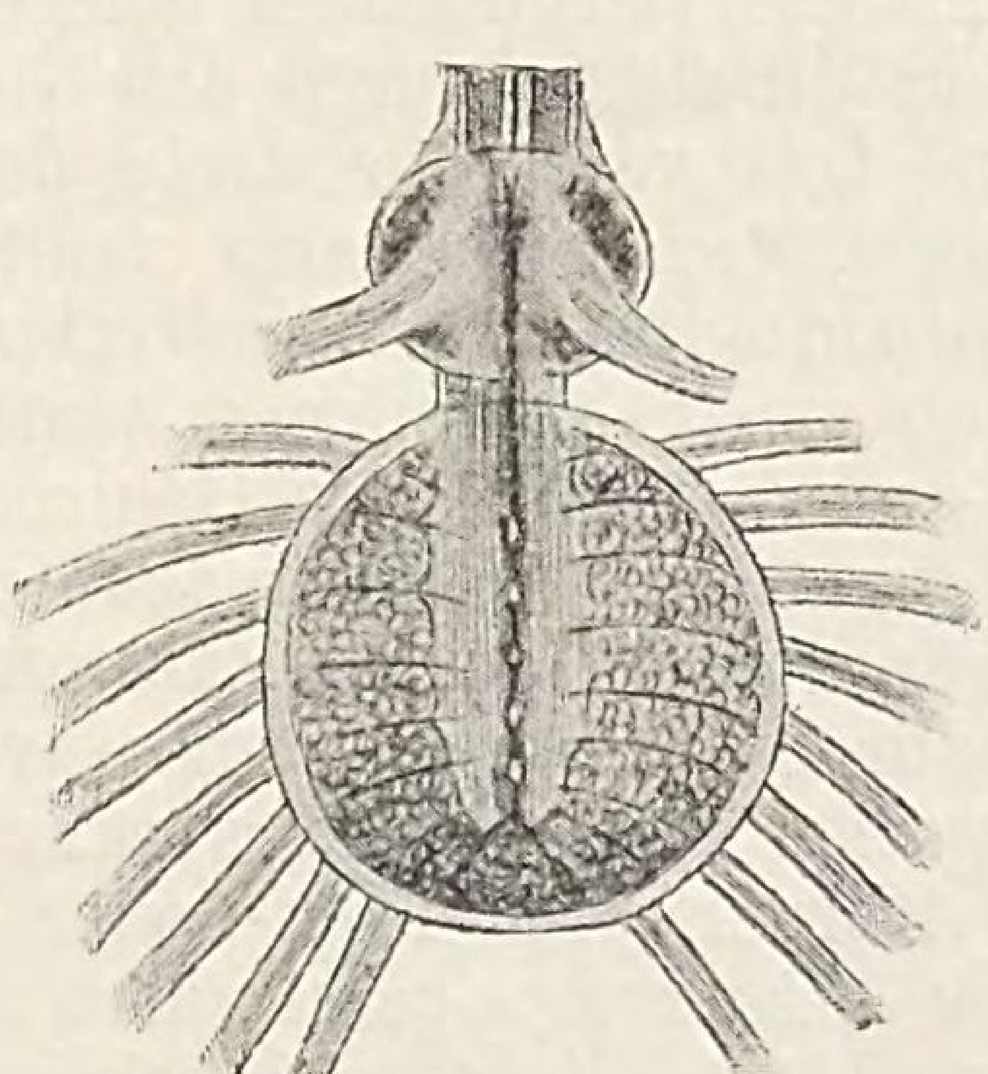


Fig. 143. **Centralnervensystem von Hirudo medicinalis** (nach HERMANN).

Fig. 144. **Schlundring mit abgehenden Nerven von Hirudo,** vergrössert (nach HERMANN). *g* Gehirn, *sc* Schlundcommissur, bg_1 erstes Ganglion des Bauchmarks (unteres Schlundganglion), bg_2 zweites Bauchganglion.

Fig. 145. **Vorletztes und letztes (Saugnapf-)Ganglion von Hirudo mit abgehenden Nerven** (nach HERMANN).

auch durch 2 Nerven mit den hintern Enden der lateralen Längsnerven des Körpers in Verbindung steht.

Das Nervensystem der Acanthocephalen lässt sich bis jetzt noch nicht annähernd sicher beurtheilen. Wenn wirklich ein medio-dorsaler Längsnerv vorkommt, so entspricht er vielleicht dem medio-dorsalen Nerven der Nematoden und es stellen dann die lateralen Längsnerven vielleicht die bei den meisten Nematoden in der Mittellinie zur Verschmelzung gelangenden ventralen Längsnerven dar. Welche Beziehungen zwischen dem Schlundring der Nematoden und dem Rüsselscheidenganglion der Acanthocephalen bestehen und ob überhaupt solche Beziehungen vorhanden sind, muss ganz dahingestellt bleiben.

Die Gordiiden zeigen auch im Bau des Nervensystems ein von den übrigen Nematoden abweichendes Verhalten. Um den rudimentären Pharynx liegt eine Ganglienmasse (Peripharyngealganglion), die vornehmlich ventralwärts stark verdickt ist und sich in einen Bauchstrang (Fig. 171, p. 258) fortsetzt, der in der ventralen Mittellinie nach hinten verläuft und unter dem Endtheile der Geschlechtsgänge zu einem Schwanzganglion anschwillt. Beim Männchen theilt er sich am hintersten Leibesende in zwei kräftige Aeste, welche in die sogenannte Schwanzgabel verlaufen. Das Peripharyngealganglion steht seitlich mit der Hypodermis in Verbindung, ebenso der Bauchstrang am hintersten Leibesende und in der Schwanzgabel. Vom Peripharyngealganglion strahlen Nervenfäden nach vorn aus. Der Bauchstrang steht durch zahlreiche unpaare und mediane Nervenstiele mit der darunter liegenden Hypodermis in Verbindung. — Ein medio-dorsaler Nerv fehlt. Es ist wahrscheinlich dass das Peripharyngealganglion und der Bauchstrang der Gordiiden dem Schlundring und Bauchmark der Annulaten homolog sind.

Annulaten. Hier lässt sich ein allgemeines Schema für das Centralnervensystem feststellen. Es besteht 1. aus dem über dem vordersten Theil des Darmkanales gelegenen Gehirn und 2. aus dem in der ventralen Mittellinie durch den Körper verlaufenden gegliederten Bauchmark. Das vorderste Ende des Bauchmarks steht mit dem Gehirn durch zwei, den Vorderdarm zwischen sich fassende Commissuren, die Schlundcommissuren, in Verbindung. So wird das Vorderende des Darmes von einem Nervenring, dem sogenannten Schlundring, umgeben, der dorsalwärts in das Gehirn, ventralwärts in das vorderste Ganglion des Bauchmarks einmündet (Fig. 144, 146). Das Gehirn (oberes Schlundganglion), dessen Zusammensetzung aus zwei seitlichen, mit einander durch Quercommissuren verbundenen Hälften sich meist deutlich nachweisen lässt, liegt ursprünglich im ersten oder vordersten Segmente des Körpers, im Kopf- oder Mundsegment. Das vorderste Ganglion, oder besser Doppelganglion des Bauchmarkes (unteres Schlundganglion) liegt wahrscheinlich ursprünglich im zweiten Körpersegment. Auf das untere Schlundganglion folgen die übrigen Doppelganglien des Bauchmarkes, je ein Doppelganglion in jedem Segment. Die beiden Ganglien eines jeden Doppelganglion sind unter sich durch kurze Quercommissuren und mit den entsprechenden Ganglien der vorhergehenden und nachfolgenden Doppelganglien durch Längscommissuren verbunden.

Vom Gehirn gehen ausser den Schlundcommissuren Nerven an die Haut und die Sinnesorgane des Kopfes ab, von den Ganglien des Bauch-

markes entspringen Nerven, welche die Haut, die Sinnesorgane und die Muskulatur der Segmente, zu denen sie gehören, innerviren.

Die Muskulatur des Vorderdarmes (Pharynx, Rüssel u. s. w.) wird versorgt durch Nerven, die entweder direkt aus dem Gehirn oder aus den Schlundcommissuren entspringen. Diese Nerven werden als Schlundnerven (oft auch als Nervi vagi) bezeichnet und ihre Ausbreitung am Vorderdarm als Schlundnervensystem. In den verschiedensten Abtheilungen ist ferner ein Plexus von Ganglienzellen und Nervenfasern in den Wandungen des Mitteldarmes (Eingeweidenervensystem, sympathisches Nervensystem) nachgewiesen, dessen Zusammenhang mit dem Centralnervensystem noch genauerer Untersuchung bedarf.

Ueber die phylogenetische Herleitung des Nervensystems der Annulaten herrschen verschiedene Ansichten. Wir geben derjenigen den Vorzug, welche nicht nur das Gehirn der Annulaten von demjenigen der Nemertinen und Plathelminthen ableitet, sondern auch in dem gegliederten Bauchmark mit Schlundcommissuren das weiter entwickelte, von den ventralen Längsstämmen und ihren Quercommissuren gebildete Strickleiternervensystem dieser niedern Abtheilungen erblickt. Ganglienzellen finden sich bei Plathelminthen und Nemertinen überall in den grössern Längsstämmen und sind bei Polycladen und Tricladen an den Abgangsstellen der Quercommissuren und Seitenäste in grösserer Zahl vorhanden. Die Quercommissuren und Seitenäste wiederholen sich schon bei gewissen Tricladen (Gunda) und Nemertinen (Drepanophorus) in äusserst regelmässiger Weise und in segmentaler Anordnung. Denken wir uns die Ganglienzellen der Längsstämme auf die Abgangsstellen der Quercommissuren und Seitenäste zusammengedrängt, und ihre Zahl vielleicht noch vermehrt, so müssen diese Abgangsstellen zu Ganglien anschwellen und die Längsstämme zu Längscommissuren zwischen den aufeinanderfolgenden Ganglien der betref-

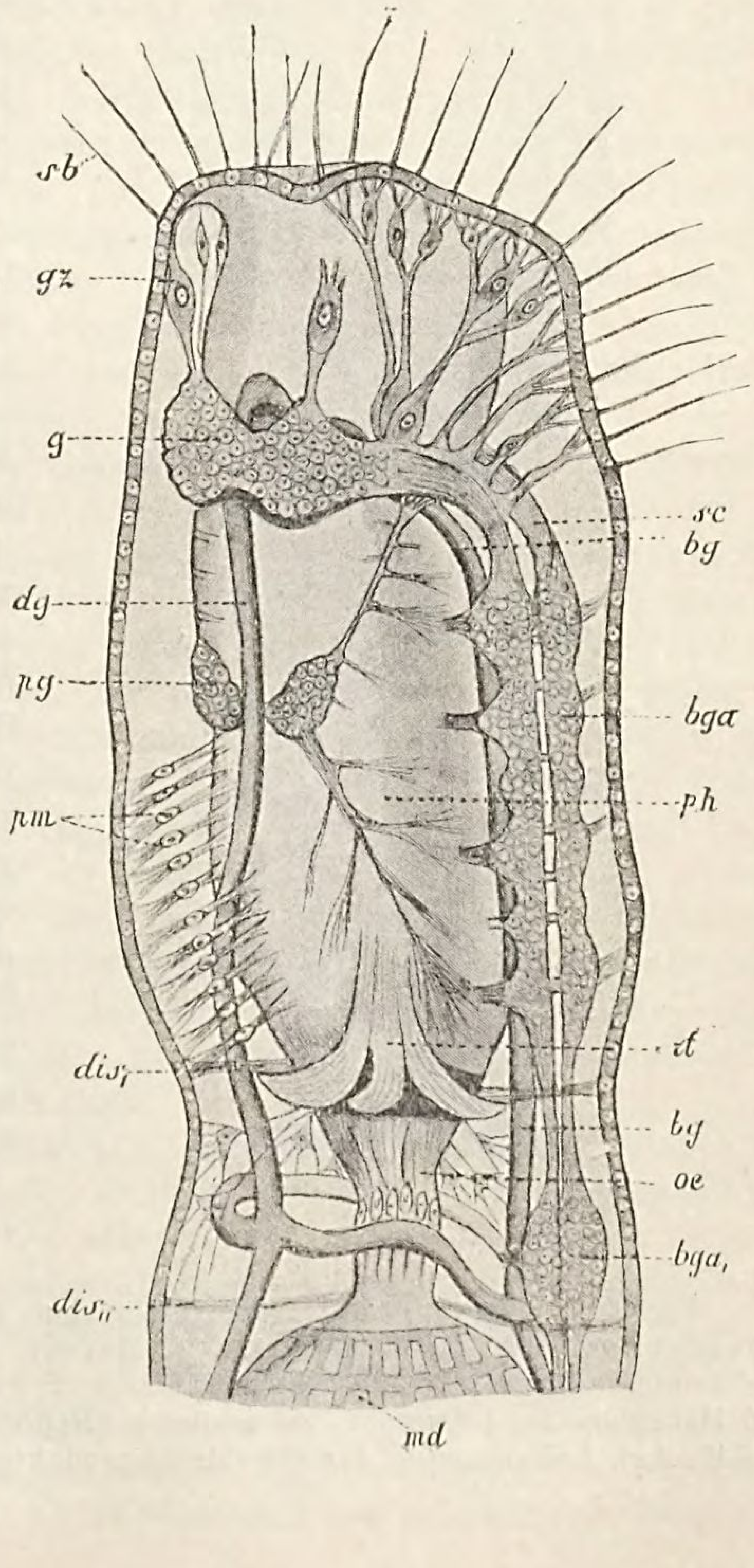
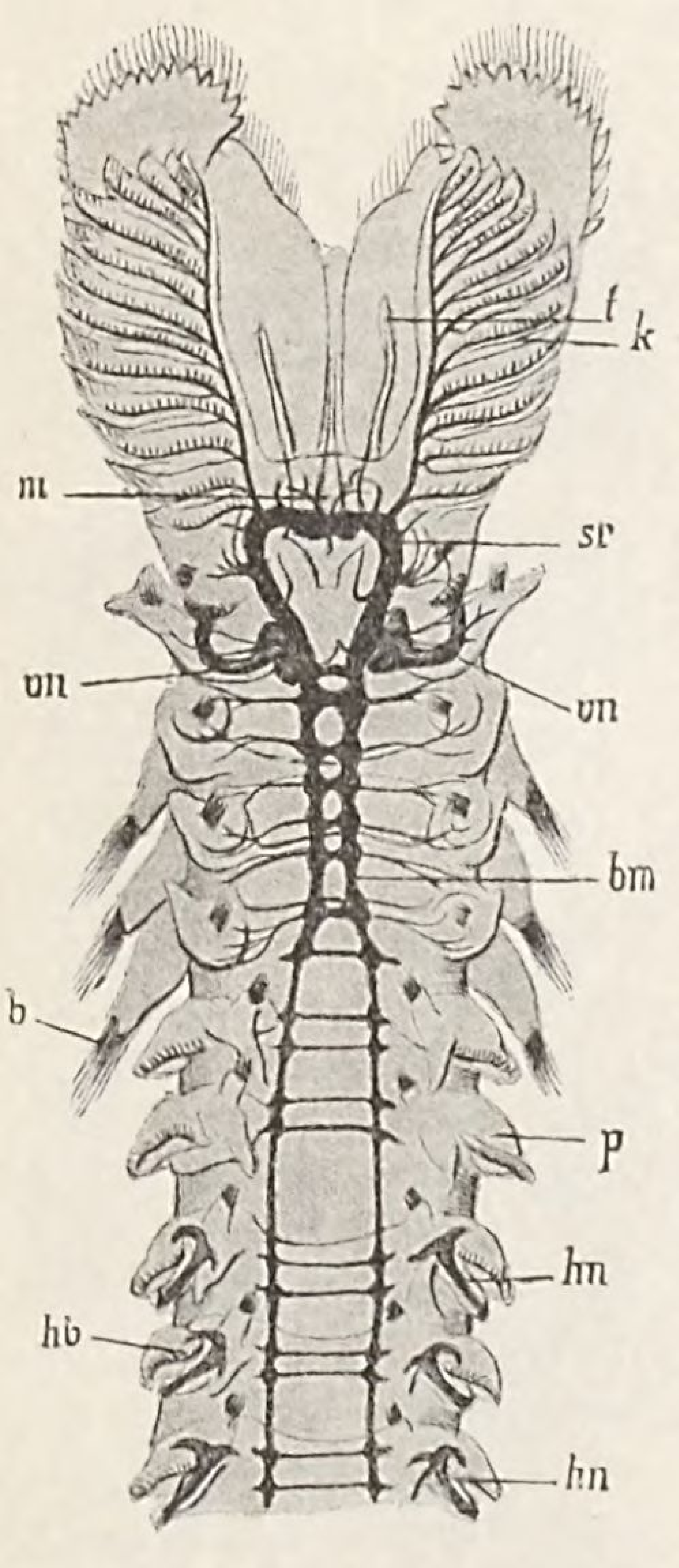


Fig. 146. **Vorderer Körpertheil von Chaetogaster diaphanus, von der Seite** (nach Vejdovský). *sb* Sinnesborsten, *gz* Ganglienzellen der becherförmigen Organe, *bga* Strickleiter-Bauchmark der Pharyngealregion, dis_1 dis_2 erstes und zweites Dissepiment, *pm* Pharyngealmuskeln, bga_1 Bauchganglion im Oesophagussegment, *g* Gehirn, *pg* Pharyngealganglion, *md* Magendarm, *rt* Retractoren (?) des Pharynx, *sc* Schlundcommissur, *dg* Rückengefäss, *bg* Bauchgefäss, *oe* Oesophagus, *ph* Pharynx.

fenden Seite werden. Die Langsstämme mit ihren Ganglien brauchten nun nur in der ventralen Mittellinie zusammenzurücken, um zu dem typischen Bauchmark der Annulaten zu werden. Der Mund und Schlund verhinderte im vordersten Körpertheil ein solches Zusammenrücken, und so wurden die Anfangsstücke der Längsstämme zu den Schlundcommissuren der Annulaten.

Ein Zusammenrücken der Längsstämme (Seitennerven), das freilich nie zu einer unmittelbaren Aneinanderlagerung führt, lässt sich, abgesehen von den Plathelminthen, schon bei Nemertinen beobachten. Während hier sonst allgemein die paarigen Längsstämme seitlich, z. Th. sogar über den Darmdivertikeln (Amphiporus moseleyi) liegen, finden sie sich bei Drepanophorus nach der Bauchseite verlagert und einander genähert. Anderseits kann das Bauchmark der Anneliden durch Auseinanderweichen seiner symmetrischen Hälften wieder das Aussehen eines Strickleiternervensystems erlangen (z. B. bei Hermelliden, Fig. 147).

Das Gehirn steht bei sehr vielen Annulaten (vielen Oligochaeten und Polychaeten) mit der Hypodermis des Kopfsegmentes in directem Zusammenhang. Häufig zeigt es mehr oder weniger deutliche, immer symmetrisch gelegene Lappen, die als besondere Ganglien imponiren. Das ursprünglich (und auch ontogenetisch) dem Kopfsegment angehörige Gehirn kann sich in einzelnen Fällen bis in das zweite Segment hinein erstrecken, ja es kann sich nach rückwärts bis in das 2., 3. oder 4. Segment verlagern (bei gewissen Regenwürmern). Auch das untere Schlundganglion (das vorderste Bauchmarkganglion) ist in seiner Lage durchaus nicht immer auf das 2. Körpersegment angewiesen, hie und da liegt es im Kopfsegment oder im 1. und 2. Segment, oder es rückt weiter nach hinten, am weitesten bei Pleione, wo es im 5. bis 7. Segment liegen soll. Bei den Hirudineen (Fig. 143 bis 145) verschmilzt das untere Schlundganglion mit einigen darauffolgenden Ganglien des Bauchmarkes zu einer ansehnlichen untern Schlundganglienmasse, an der aber die Zahl und Anordnung der abgehenden peripheren Nerven, die Anordnung der Ganglienzellen und Fasercommissuren die Zusammensetzung aus verschmolzenen Ganglien mehr oder weniger deutlich erkennen lässt.



Was das Bauchmark anbetrifft, so bildet wohl das Vorkommen eines

Fig. 147. **Nerven- und Nephridialsystem im vordern Körpertheil von Sabellaria alveolata von der Bauchseite** (nach E. Meyer). Das Nervensystem ist schwarz gehalten. *sr* Schlundring, *bm* Bauchmark, *t* Tentakel, *k* Fühlerkiemen, *m* Mund, *b* Borstenbündel, *hb* Hakenborsten, *p* Parapod, *vn* vorderstes Nephridienpaar, *hn* hintere Nephridien (Genitalschläuche), Leitungswege der Geschlechtsprodukte.

einzigen Ganglion in jedem Segment die Regel, aber es kommen in den verschiedensten Gruppen Ausnahmen von dieser Regel vor, indem hie und da ein oder zwei accessorische Ganglien zu dem Hauptganglion hinzukommen oder, wie z. B. bei den Serpuliden, in jedem Segmente typisch zwei Ganglien vorkommen. Anderseits können die Ganglienknoten vielfach undeutlich werden oder ganz fehlen (Archianneliden und vereinzelte Formen aus den verschiedensten Gruppen). Bei Sternaspis zeigt das Bauchmark nur im hintersten Körpertheile Ganglienanschwellungen. Die Verschmelzung der beiden seitlichen Hälften des Bauchmarkes eratreckt sich sehr häufig nur auf die Ganglien, während die Längscommissuren als vollständig gesonderte Stränge verlaufen. Aber auch diese lagern sich sehr oft so nahe aneinander, dass sie äusserlich als ein einziger Strang imponiren. Es kann sogar bei verschiedenen Formen zu einer Verschmelzung der beiden Commissuren kommen, so dass dann das Bauchmark einen einheitlichen Strang darstellt, der z. B. bei den Archianneliden nicht einmal mehr die segmentalen Ganglienanschwellungen zeigt und dann ausserordentlich an den Bauchstrang der Gordiiden erinnert. Von den Ganglien des Bauchmarks entspringen jederseits Nerven, gewöhnlich 2 oder 3, die in der Leibeswand nach oben verlaufen und die Muskulatur, die Haut, die segmentalen Sinnesorgane, wo solche vorhanden sind, innerviren und zwar, wie in einigen Fällen nachgewiesen ist, durch Vermittelung eines überall entwickelten subepithelialen Nervenplexus. Es können auch von den Längscommissuren zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ganglien Seitennerven abgehen. Das Gleiche gilt von den vordersten Längscommissuren, den Schlundcommissuren. Bei den Hirudineen verschmelzen in der Gegend des hintern Saugnapfes einige der letzten Ganglien des Bauchmarkes zu einer grössern Ganglienmasse. Oft (besonders bei Hirudineen) kommt im Bauchmark ein zarter medianer Längsfaserstrang vor, der als intermediärer Nerv bezeichnet wird. Das Bauchmark ist fast immer umhüllt von einer einfachen oder doppelten Bindegewebsscheide (Neurilemmscheide), in welcher vornehmlich bei Oligochaeten und Hirudineen Längsmuskelfasern verlaufen. Besondere Beachtung verdienen Röhren mit grossem Lumen und vom Neurilemm gebildeter Wand, welche in verschiedener, immer geringer Anzahl auf derDorsalseite des Bauchmarkes von vorne nach hinten verlaufen. Diese als Neurochordstränge oder riesige Nervenröhren bezeichneten Röhren beginnen vorn in den Schlundcommissuren oder im untern Schlundganglion und erstrecken sich bis in das hinterste Ende des Bauchmarkes. Ursprünglich stellen diese Neurochordröhren jedenfalls Neurilemmscheiden riesiger Nervenfasern dar, welche von riesigen Ganglienzellen entspringen, die an verschiedenen Stellen des Bauchmarkes in den Ganglien liegen können. Verschiedene Befunde machen es nun aber wahrscheinlich, dass die Nervenfasern in den Neurochordröhren bei verschiedenen Annulaten degeneriren und dass dann die Neurochordröhren elastische Stützorgane darstellen, die in ihrem Innern eine mit Ueberbleibseln der ursprünglichen Nervensubstanz vermischte wässerige Flüssigkeit enthalten.

Was die Lage des Bauchmarks und überhaupt des ganzen Centralnervensystems der Annulaten anbetrifft, so liegt es typisch in der Leibeshöhle nach innen von der Muskulatur. Wie das Gehirn sehr häufig in die Hypodermis des Kopfes ohne scharfe Grenze übergeht, so geht auch das hinterste Ende des Bauchmarkes bei den meisten Oligochaeten und Polychaeten ohne scharfe Grenze in die Hypodermis des Aftersegments über. Bei zahlreichen Chaetopoden der verschiedensten Abtheilungen, ja bei einzelnen Gattungen verschiedener Familien zeigt das Centralnervensystem auch beim erwachsenen Thier insofern ein embryonales Verhalten, als es ausserhalb der Leibesmuskulatur in

der Tiefe der Epidermis liegt. Die Lage des Centralnervensystems in der Hypodermis ist also weit entfernt, für die sogenannten Archianneliden charakteristisch zu sein, und es kommt ihr überhaupt keine hohe systematische Bedeutung zu. Es finden sich ausserdem in verschiedenen Abtheilungen alle Uebergänge von der Lage des Bauchmarks in der Leibeshöhle bis zur hypodermalen Lage vor, indem das Bauchmark in der zwischen Hypodermis und Leibeshöhle befindlichen Leibesmuskulatur liegen kann. Wir wissen sogar, dass bei Capitella das Bauchmark im Vorderkörper in der Leibeshöhle liegt, dann zwischen die Muskulatur eindringt und schliesslich im Hinterkörper in die Hypodermis zu liegen kommt.

Die symmetrischen Hälften des Bauchmarks können in einzelnen Fällen auseinanderrücken, und so kann das Bauchmark in die Form eines Strickleiternervensystems übergehen (Fig. 146 und 147), (Hermella, manche Serpuliden, Spinther, in der Pharyngealregion bei Chaetogastriden). Bei den Aphanoneuren (Aeolosoma) soll das Bauchmark ganz fehlen oder in ganz embryonalem Zustande in der Hypodermis verborgen liegen.

Das Nervensystem der Echiuriden (Fig. 148) verdient eine besondere Besprechung. Ein deutlich abgesetztes oberes Schlundganglion oder Gehirn fehlt. Der Schlundring ist entsprechend der starken Verlängerung des Kopflappens sehr in die Länge gezogen; seine beiden seitlich im Kopflappen (Rüssel) verlaufenden Schenkel (Commissuren), die am Vorderende desselben ineinander übergehen, geben zahlreiche Zweige nach aussen und innen ab, von denen die dorsalwärts nach innen verlaufenden Aeste Quercommissuren zwischen den Schenkeln des Schlundringes darstellen können. Unter und hinter dem Munde vereinigen sich die Schenkel des Schlundringes zu dem unpaaren, beim erwachsenen Thier keine Ganglienanschwellungen darbietenden, in seinem ganzen Verlauf mit Ganglienzellen besetzten Bauchstrang, welcher in der ventralen Mittellinie an der Leibeswand bis an das hintere Körperende verläuft und in kurzen Intervallen rechts und links Seitenäste abgiebt, die den Ringeln der äusseren Haut entsprechen. Die einander rechts und links entsprechenden Seitenäste gehen dorsalwärts in einander über und bilden so in der Leibeswand zahlreiche aufeinanderfolgende Nervenringe.

Das Nervensystem der Myzostomiden (Fig. 149) ist jetzt sehr genau bekannt. Es besteht aus einem, die Basis des Pharynx umgebenden Schlundring, dessen dorsale seitliche Theile etwas verdickt sind und so ein schwach entwickeltes Gehirn darstellen. In der nächsten Umgebung des Schlundringes liegen Ganglienzellen. Weiter vorn im Pharynx findet sich ein zweiter Nervenring (Pharyngealring), der mit dem Schlundring durch mehrere Längsnerven in Verbindung steht und mehrere Nerven an die Tentakeln am freien vordern Rande des Pharynx abgiebt. Auf der Bauchseite, unter der Haut, liegt eine grosse, gestreckte Ganglienmasse, aus derem vorderstem Ende die beiden Commissuren (Schenkel) des Schlundringes entspringen. Die Ganglienmasse stellt ein Bauchmark dar, das aus mehreren (wahrscheinlich 6) verschmolzenen Ganglienpaaren besteht, und in welchem ein intermediärer Nerv zu beobachten ist. Von dieser Ganglienmasse strahlen jederseits 11 abwechselnd stärkere und schwächere Nerven gegen die Peripherie des scheibenförmigen Körpers aus, die sich in complicirter Weise verästeln und besonders die Muskulatur der Fussstummel, der Haken, die Cirren am Körperrand, die Haut und ihre Muskulatur innerviren. Auch die Existenz eines sympathischen Nervensystems ist wahrscheinlich gemacht.

Prosopygier. Das Nervensystem der Sipunculaceen schliesst sich in mancher Beziehung eng an dasjenige der Echiuriden an. Da ein verlängerter Kopflappen fehlt, so ist auch der Schlundring nicht nach vorn verlängert und bildet einen einfachen Ring um das vorderste

Fig. 148.

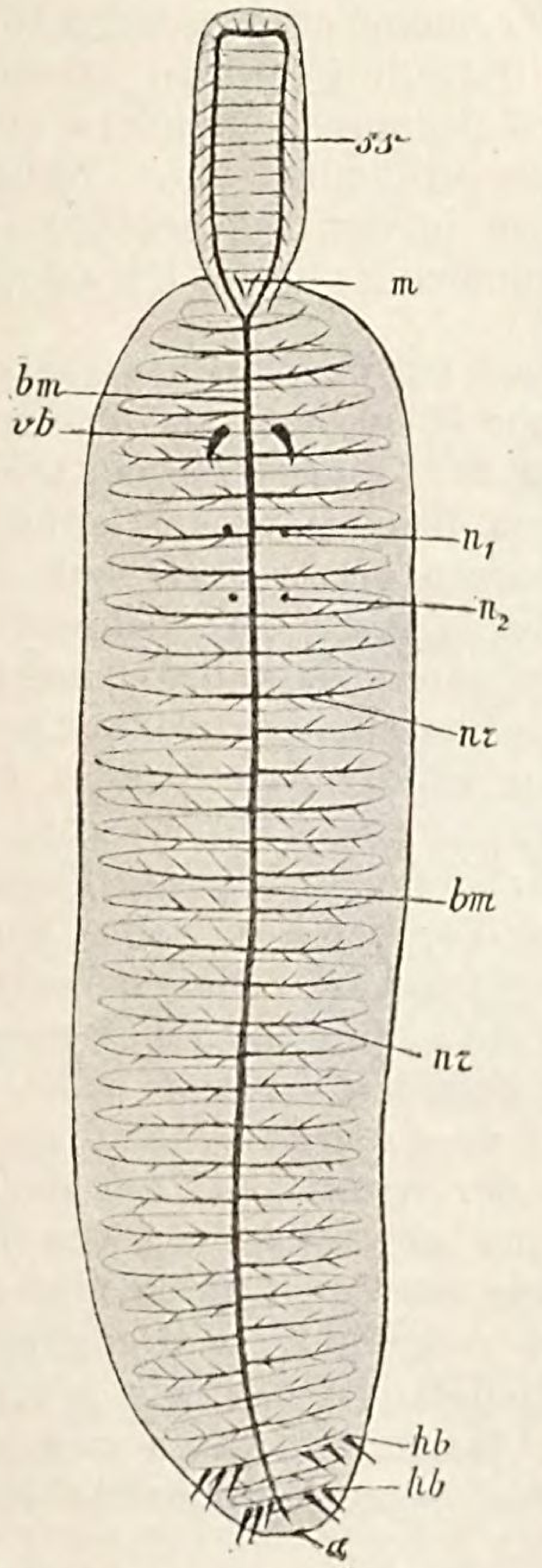


Fig. 149.

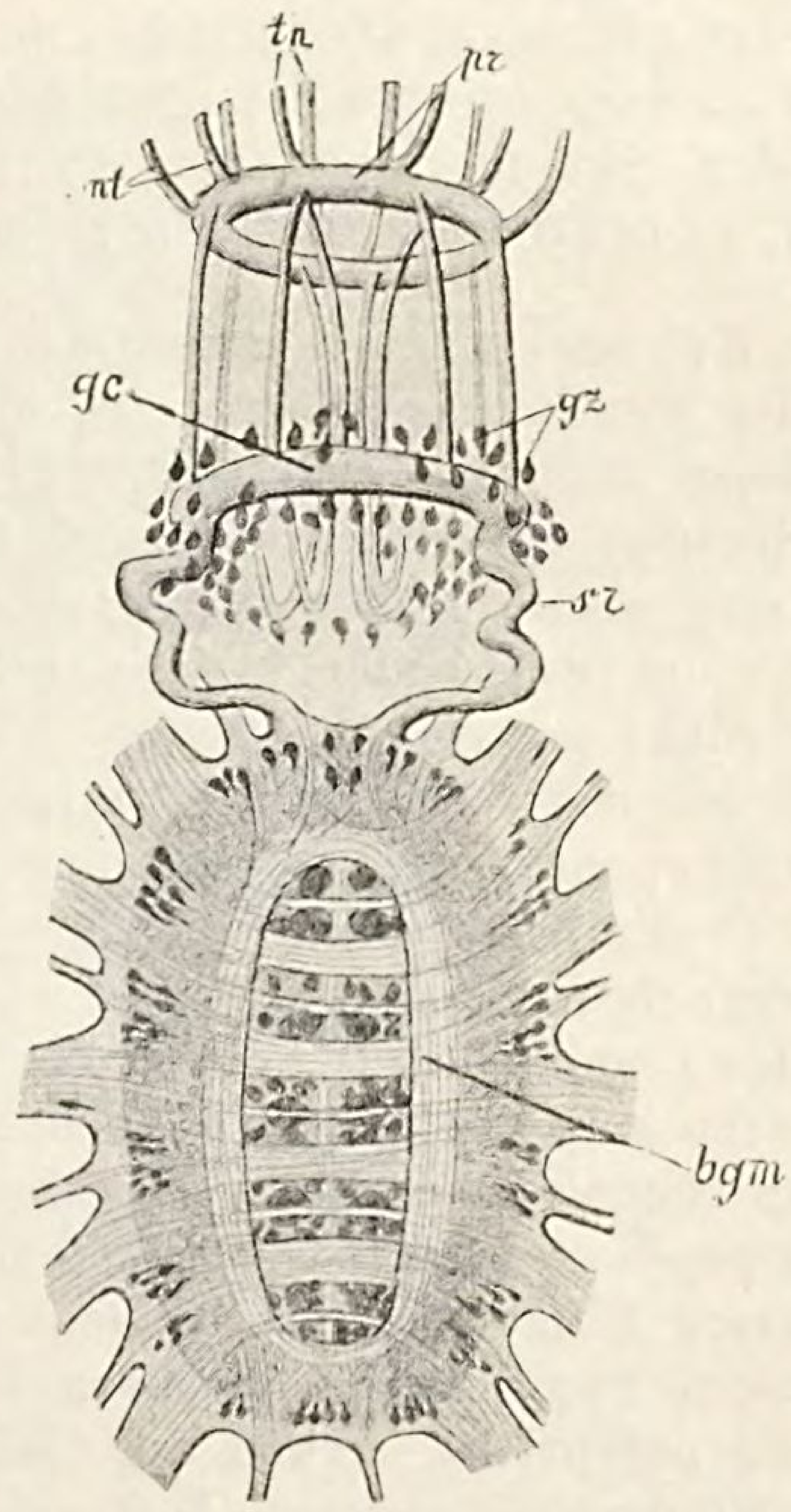


Fig. 148. **Nervensystem von Echiurus,** schematisirt. *ss* Die beiden Schenkel des Schlundringes, die am vordern Ende des Kopflappens in einander übergehen und hinter dem Munde in das vorderste Ende des Bauchmarks *bm* einmünden; *nr* Nervenringe, *vb* vordere Hakenborsten, *hb* die beiden hintern Borstenkränze, n_1 n_2 Mündungen der Nephridien, *a* After.

Fig. 149. **Centralnervensystem von Myzostoma** (nach Nansen). *gc* Gehirncommissur, *pr* Pharyngealnervenring, *bgm* Bauchganglienmasse mit den Anfangsstücken der austretenden Nerven, *sr* Schlundcommissuren, *tn* Tentakelnerven, *gz* Ganglienzellen.

Ende des Darmkanals. Dieser Ring ist bei den Priapuliden dorsalwärts nur wenig verdickt, während er bei den Sipunculiden in ein wohlentwickeltes Gehirn einmündet. Vom Gehirn gehen Nerven an die Haut des Vorderendes des Körpers und an die Tentakel (wo solche vorhanden sind) ab. Auch aus dem Schlundring gehen Nerven ab, von

denen zwei bei Sipunculus, jederseits unter Bildung eines Ganglion, den Darm innerviren, 4 bei Priapuliden in den Pharynx eindringen. Der in seiner ganzen Länge mit Ganglienzellen bedeckte Bauchstrang durchläuft in der ventralen Mittellinie den Körper bis an sein hinterstes Ende, wo er etwas anschwillt. In seinem ganzen Verlaufe giebt er, ganz wie bei Echiuriden, einander rechts und links entsprechende Seitennerven ab, die in der Leibeswand verlaufend sich wenigstens bei Sipunculus dorsalwärts zu Nervenringen vereinigen. Die Nervenpaare entsprechen den Ringmuskelbündeln und der mehr oder weniger deutlichen Ringelung der äusseren Haut. Bei Priapuliden sollen schwache, aber regelmässig wiederkehrende und mit den Ringmuskelbändern correspondirende Anschwellungen des Bauchmarks vorhanden sein. Während bei den Sipunculiden das Centralnervensystem in der Leibeshöhle liegt, steht es bei den Priapuliden in engem Zusammenhang mit der Hypodermis.

Während bei den Echiuriden das Bauchmark auf jungen Entwickelungsstadien deutlich segmentirt ist, fehlt eine solche Gliederung bei den Sipunculaceen auch in der Jugend. Trotzdem dürfte der Bauchstrang der letztern demjenigen der Echiuriden und überhaupt dem Bauchmark der Annulaten homolog sein. Die Nervenringe der Sipunculaceen entsprechen vollständig denen der Echiuriden. An der Homologie des Gehirns und Schlundrings darf nicht gezweifelt werden. Wir haben gesehen, dass das Bauchmark auch bei echten Chaetopoden keine Ganglienanschwellungen darbieten und zu einem medianen Bauchstrang verschmelzen kann. Eine andere Frage ist, ob die Nervenringe der Echiuriden und Sipunculaceen segmental sich wiederholen. Bei den Echiuriden wechseln mehrere Leibesringe mit kleineren Papillen mit einem Leibesring mit grössern Papillen ab. Die Borsten kommen nur an Leibesringen mit grössern Papillen vor. Diesem Verhalten entsprechend sind die Nervenringe auch in den Leibesringen mit grössern Hautpapillen stärker als die übrigen, und es liegt der Gedanke nahe, dass mehrere Ringe auf ein Segment kommen und dass die Zahl der Ringe mit grössern Papillen und stärkern Nervenringen der wirklichen Zahl der Segmente entspricht. Auch bei Chaetopoden (ganz abgesehen von den Hirudineen) kommt es vor, dass ein Segment sich äusserlich in 2 oder mehr Ringe gliedert, und dass in einem Segment mehr als ein Ganglion des Bauchmarkes liegt. Bei Hermelliden und Serpuliden treffen wir ja typisch 2 Ganglienpaare in jedem Segment, ferner 2 Quercommissuren und jederseits 2 Seitenäste, die in der Leibeswand bis gegen die dorsale Mittellinie in die Höhe steigen.

Das Nervensystem ist bei den übrigen Prosopygiern auffallend schwach entwickelt. Das Bauchmark ist auf das untere Schlundganglion reducirt, aber auch dieses kann fehlen. Die geringe Entwickelung des Nervensystems ist wahrscheinlich auf die festsitzende Lebensweise dieser Thiere zurückzuführen, welche eine Verkümmerung der specifischen Sinnesorgane und — mit der Ausbildung von Wohnröhren, Schalen, Gehäusen — eine Verkümmerung der allgemeinen Leibesmuskulatur (Hautmuskelschlauch) zur Folge hatte.

Phoronis besitzt einen den Mund umgebenden Nervenring an der Basis der Tentakeln. Der After liegt ausserhalb des Nervenringes. Aus dem dorsalen Theil des Ringes entspringt ein Nerv, welcher assymmetrisch auf der linken Seite nach hinten verläuft, etwa $^{2}/_{3}$ der

Körperlänge durchläuft und von einer Röhre (Notochord?) durchzogen wird. Die morphologische Bedeutung dieses Nerven ist unbekannt. Das ganze Nervensystem liegt in der Hypodermis ausserhalb der Basalmembran.

Das Nervensystem ist bei den Brachiopoden (Fig. 150) schwach entwickelt. Es besteht aus einem zarten Schlundring, dessen oberer Theil nur sehr wenig zu einem obern Schlundganglion angeschwollen ist. Das untere Schlundganglion ist durch eine Verdickung des ventralen Theiles des Schlundrings angedeutet und lässt hier und da zwei seitliche An-

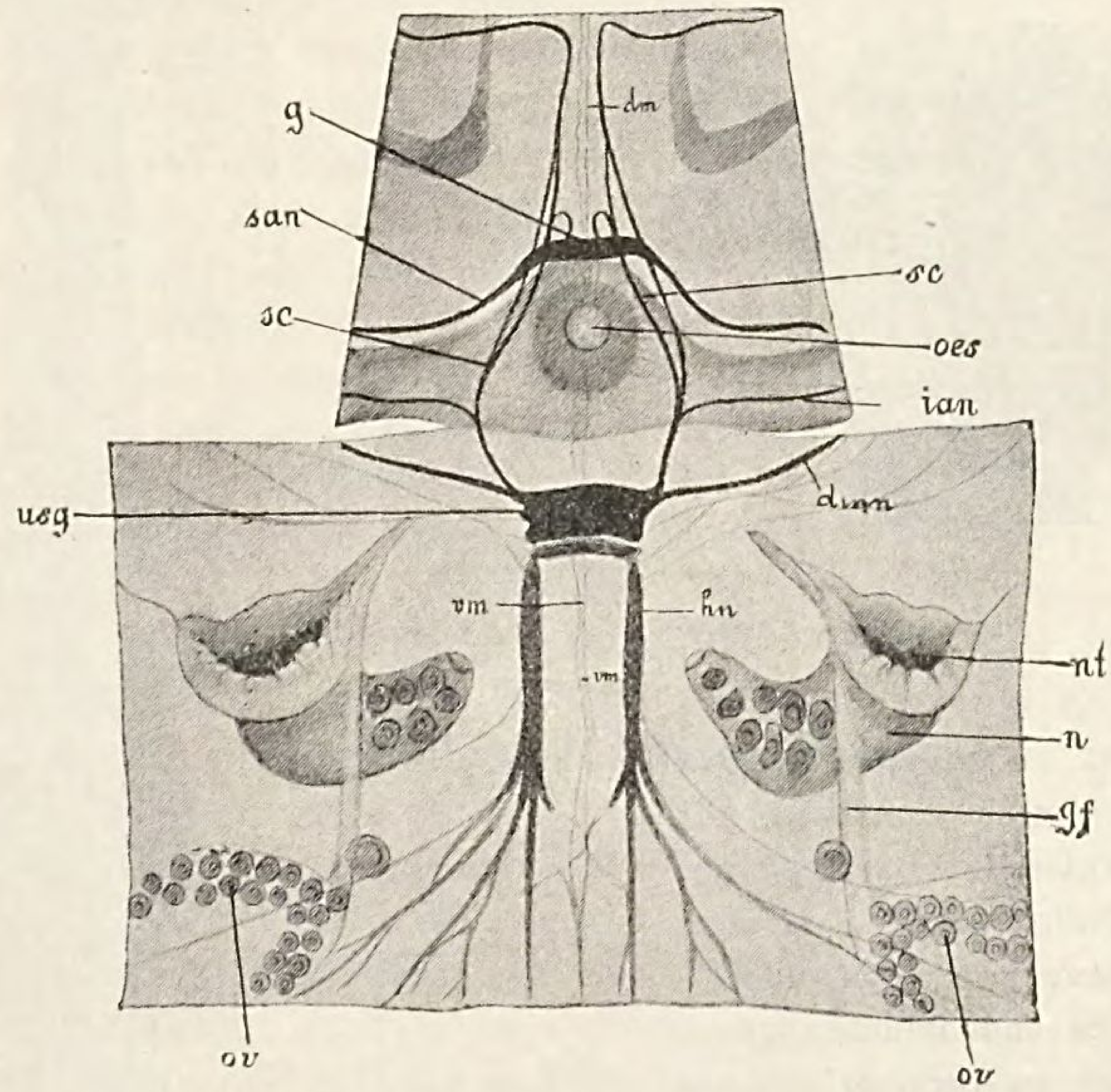


Fig. 150. **Präparat von Terebratula vitrea zur Demonstration des Nervensystems, der Ovarien und Nephridien** (nach VAN BEMMELEN). Vordere Leibeswand nach Entfernung des Armapparates, des Darmkanals und der Schliessmuskeln ausgebreitet und von innen betrachtet. Vorn liegt ein Stück dorsaler, hinten ein Stück ventraler Leibeswand. *g* Gehirn, *sc* Schlundcommissuren, *usg* unteres Schlundganglion, *san* vom obern, *ian* vom untern Schlundganglion abgehende Armnerven, *oes* Oesophagus, *dmn* dorsale Mantelnerven, *hn* vom untern Schlundganglion nach hinten abgehende Nerven, *n* Nephridien (Eileiter), *nt* Nephridialtrichter, *gf* Genitalfalte, *ov* Ovarien, *dm* dorsales, *vm* ventrales Mesenterium.

schwellungen erkennen. Vom obern Schlundganglion entspringen vornehmlich 2 Nerven, die in die Arme verlaufen; vom untern Schlundganglion gehen ebenfalls Nerven an die Arme ab, ausserdem aber noch Nerven, die den Mantel und die Oeffnungs- und Schliessmuskeln der Schale innerviren. Die Armnerven stehen mit einem Plexus von Ganglienzellen und Nervenfasern in Verbindung, welcher sich in der Stützsubstanz der Armwände dicht unter dem Epithel ausbreitet. Die Mantelnerven theilen sich je in einen dorsalen Ast für die dorsale Mantelplatte und einen ventralen für die ventrale Mantelplatte. Sie verästeln sich reichlich und ihre Zweige anastomosiren miteinander plexusartig. Das Nervensystem der Brachiopoden liegt unter der Haut.

Bei den Bryozoen hat sich vom Schlundring nur das obere Schlundganglion erhalten, welches als ein meist unansehnliches Knötchen (bisweilen mit verdickten Seitentheilen) dorsalwärts über dem Vorderdarm, zwischen Mund und After unter der Haut liegt. Von diesem Ganglion verlaufen Nerven vornehmlich in die Tentakeln, ferner an die 2 Wimpergruben, wo solche vorhanden sind.

Fig. 151.

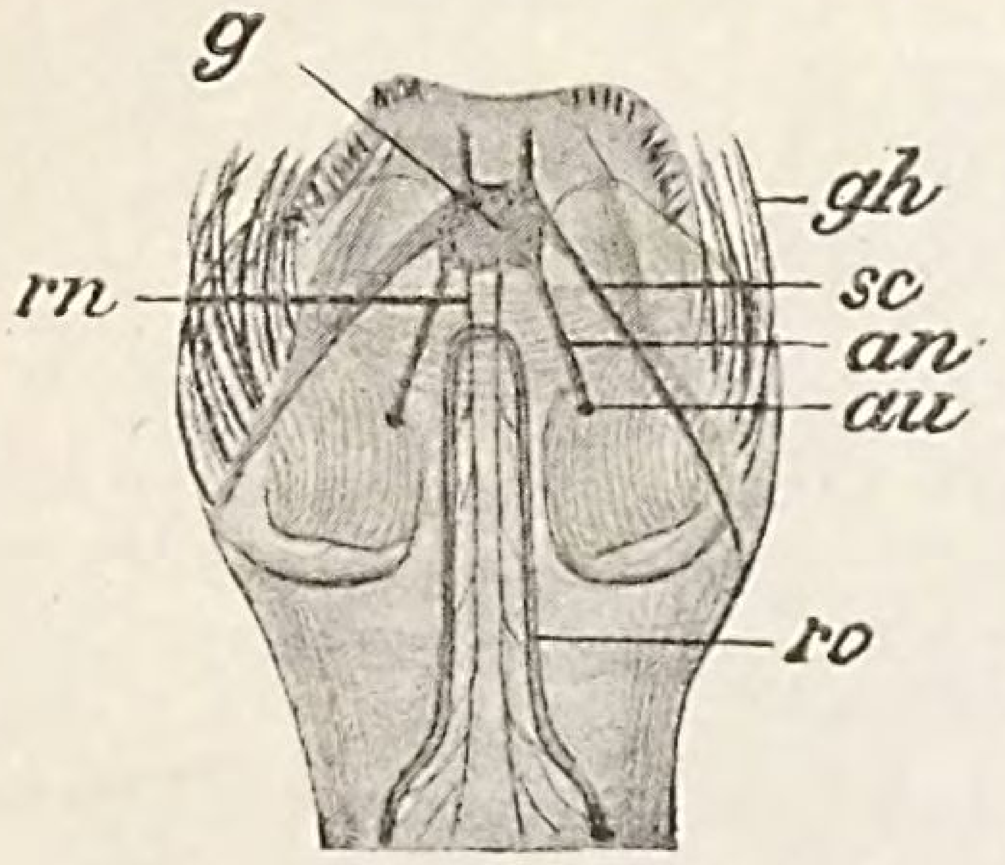


Fig. 151. **Kopf von Sagitta bipunctata, von oben gesehen, mit zusammengelegten Greifhaken** (nach O. Hertwig). *g* Gehirn, *gh* Greifhaken, *sc* Commissur zwischen Gehirn und Bauchganglion, *an* Augennerv, *au* Auge, *ro* vorderer Theil des Geruchsorgans, *rn* Geruchsnerv.

Fig. 152.

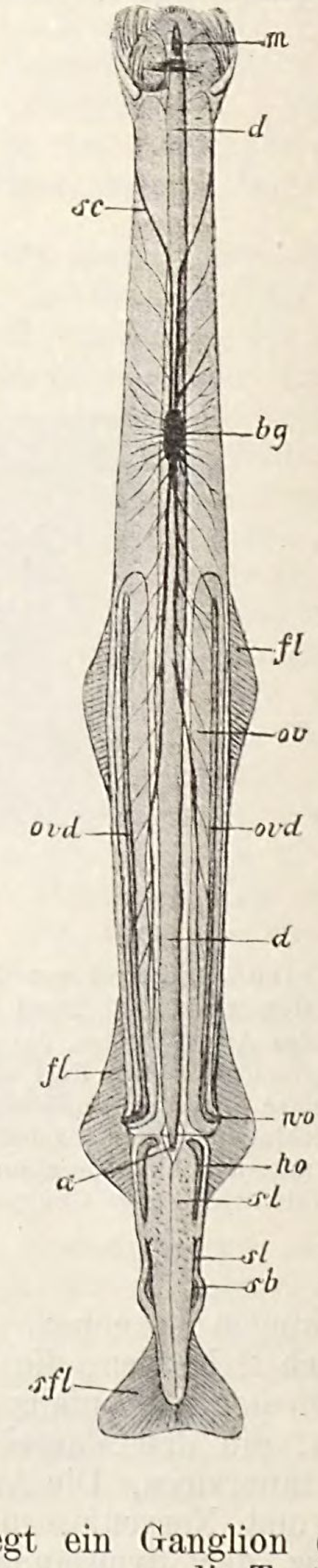


Fig. 152. **Sagitta hexaptera von der Bauchseite gesehen** (nach O. Hertwig). *m* Mund, *d* Darm, *sc* Schlundcommissur, *bg* Bauchganglion, *fl* Flossen, *ov* Ovarium, *ovd* Ovidukte, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung, *a* After, *ho* Hoden, *sh* Schwanzhöhle, *sl* Samenleiter, *sb* Samenblase, *sfl* Schwanzflosse.

Rotatorien. Ueber dem Schlunde liegt ein Ganglion (oberes Schlundganglion), welches Nerven an das Räderorgan, an die Tastorgane der Haut und an die Muskeln entsendet. Es liegt unter der Haut.

Auch bei Dinophilus findet sich vor und über dem Munde (im Kopflappen) eine von Ganglienzellen umgebene Fasermasse, welche das

obere Schlundganglion darstellt. Bei Dinophilus gigas entspringen aus ihr zwei Längsnerven, welche am Munde vorbeiziehen und zu beiden Seiten des Körpers unmittelbar unter der Haut bis gegen das hinterste Leibesende verlaufen. Diese Längsnerven dürften den auseinandergerückten seitlichen Hälften des Bauchmarkes der Annulaten entsprechen. Quercommissuren scheinen zu fehlen.

Chaetognathen (Fig. 151 und 152). Hier ist das Nervensystem wohlentwickelt. Centralnervensystem und peripherische Nerven liegen mit Ausnahme eines einzigen Abschnittes ausserhalb der Muskulatur im Körperepithel. Dorsalwärts im Kopfsegment liegt das Gehirn oder obere Schlundganglion, ventralwärts im Rumpfsegment das längsovale Bauch- oder untere Schlundganglion, welches das Kopfganglion an Grösse übertrifft. Kopf- und Bauchganglion sind durch zwei lange Commissuren verbunden. Ausser den beiden Commissuren gehen vom obern Schlundganglion ab: zwei starke Nerven, die nach vorn und unten in das Mesoderm eindringen, und die wir als motorische Nerven bezeichnen können; zwei seitliche Nerven, welche die Haut des Kopfes versorgen; zwei äussere hintere Nerven, welche nach kurzem Verlauf an die hinter dem obern Schlundganglion gelegenen beiden Augen herantreten (Nervi optici); zwei innere hintere Nerven, welche das hinter den Augen gelegene, als Geruchsorgan gedeutete unpaare Sinnesorgan innerviren (Nervi olfactorii). Vom Bauchganglion gehen sehr zahlreiche Seitennerven ab. Ausserdem setzen sich die beiden Schlundcommissuren durch das Bauchganglion hindurch und darüber hinaus noch nach hinten als zwei kräftige Längsstränge fort, die unter Abgabe zahlreicher seitlicher Nerven schliesslich selbst in feine Nerven ausfasern. Alle vom Bauchganglion und den hintern Längsnerven abgehenden Nerven gehen schliesslich in einen Plexus von Ganglienzellen und Nervenfasern über, der am ganzen Körper im Epithel entwickelt ist. — Die motorischen Nerven des obern Schlundganglion bilden zu beiden Seiten des Vorderdarmes im Kopfsegment je ein Ganglion (seitliche Kopfganglien) mit kleinen accessorischen Nebenganglien. Von diesen Ganglien wird die Muskulatur des Kopfes und des Vorderdarmes innervirt. Dieser mesodermale Theil des Nervensystems von Sagitta erinnert sehr an das Schlundnervensystem anderer Würmer. — Wie die Rumpf- und Schwanzmuskulatur innervirt wird, weiss man noch nicht.

VIII. Sinnesorgane.

Alle Qualitäten von Sinnesorganen kommen bei Würmern vor: Tastorgane, Sehorgane, Gehörorgane, Geruchsorgane, Geschmacksorgane. Ausserdem treffen wir in einzelnen Abtheilungen Sinnesorgane, deren Einordnung in eine der eben erwähnten Kategorien zur Zeit noch nicht möglich ist: die Seitenorgane der Chaetopoden, die Seitenaugen von Polyophthalmus, die segmentalen Sinnesorgane der Hirudineen. Wir dürfen nicht unerwähnt lassen, dass die Funktionen der Sinnesorgane bei den Würmern ebensowenig wie bei den meisten übrigen wirbellosen Thieren auf experimentellem Wege festgestellt worden sind und dass es fast nur die Lage und der Bau der betreffenden Sinnesorgane ist, welche zu einer Auffassung derselben als Ohren, Nasen u. s. w. führte. Die Funktion der Tastorgane freilich ist sichergestellt. Dass die Würmer mit den als Augen gedeuteten Sinnesorganen in irgend einer Weise

sehen, kann auch als sicher gelten; was und wie sie sehen, wissen wir nicht.

Die Sinnesorgane sind am vollzähligsten und am besten entwickelt bei den frei im Wasser lebenden Thieren (Polychaeta errantia, Chaetognatha), und unter diesen nehmen die guten Schwimmer wieder die erste Stelle ein. Etwas weniger gut ausgestattet sind die am Boden der Gewässer sich aufhaltenden und die in Schlupfwinkeln verborgen lebenden Würmer. Die Sinnesorgane sind bei den im Schlamme, im Sande oder in der Erde lebenden Würmern stark reducirt, und dies ist im höchsten Grade der Fall bei den parasitischen und festsitzenden Thieren. Bei letzteren indessen machen die stark ausgebildeten Tastorgane eine Ausnahme. Wo die Sinnesorgane beim erwachsenen festsitzenden oder parasitischen Thier verkümmert sind, treffen wir sie häufig bei den Jugendformen dann wohlentwickelt, wenn diese als Larven frei beweglich sind. — Allgemein verbreitet sind Tastorgane, dann kommen die Augen, dann die Geruchs- und Geschmacksorgane. Gehörorgane sind nur in wenigen Fällen sicher beobachtet (Arenicoliden, Serpulaceen, Terebelloiden).

A. Tastorgane.

Ueberall, mit Ausnahme der mit dicken Schalen versehenen Würmer, ist die ganze Haut der Sitz eines verschieden hoch entwickelten Gefühls- oder Tastsinnes. Im speciellen Dienste dieses Sinnes stehen Epithelsinneszellen, welche an ihrem freien Ende Tasthaare oder Tastborsten tragen, an ihrem basalen Ende sich in eine Nervenfaser fortsetzen, welche meist selbst wieder den Ausläufer einer peripheren Ganglienzelle darstellt. Ein in oder unmittelbar unter dem Körperepithel liegender Plexus von Nervenfasern und Ganglienzellen ist jetzt bei verschiedenen Würmern mit Sicherheit nachgewiesen, so vor allem bei Chaetopoden und Chaetognathen. — Bei Parasiten mit dicker äusserer Cuticula spielen papillen-, stäbchen- oder borstenartige Fortsätze derselben, die vornehmlich am Vorderende und in der Nähe der Geschlechtsöffnungen entwickelt sind, die Rolle von Tastorganen. Sonst sind Tastzellen überall da in der Haut der Würmer besonders zahlreich vorhanden, wo der Körper die meisten Berührungspunkte mit der unmittelbaren Umgebung hat. Solche Stellen sind vor allem das Vorderende des Körpers, die Umgebung des Mundes und die verschiedenartigen Anhänge des Körpers. Unter diesen letztern finden wir solche, welche durch ihre Lage am Körper und durch eine besonders reichliche Ausstattung mit Tastzellen sich als specifische Tastorgane darstellen. Wir citiren die Fühler am Kopfe der Chaetopoden, hauptsächlich der Polychaeten, die Cirren der Parapodien, den Kopflappen der Echiuriden, die Tentakel der Prosopygier (Cirren an den Mundarmen der Brachiopoden), das Räderorgan der Räderthiere und die Tentakel der Chaetognathen. Es liegt auf der Hand, dass solche Tastorgane bei den in Röhren wohnenden und bei den beschalten Würmern nur am vordern, die Beziehungen zur Aussenwelt vermittelnden Körperende zur Entwickelung gelangen können, und es ist ebenso verständlich, dass sie bei diesen Würmern eben auch noch andere Beziehungen zur Aussenwelt (Nahrungsaufnahme, Respiration) vermitteln. Daher die starke Entfaltung des Tentakelapparates bei den tubicolen und beschalten Würmern (tubicole Anneliden, die meisten Prosopygier und die tubicolen Räderthiere).

B. Augen.

Vorkommen, Zahl und Anordnung derselben. Bei manchen Genera und Arten von Nemertinen fehlen die Augen. Sonst kommen kleine Augen in verschiedener Anzahl (2, 4 oder zahlreiche) am vordersten Körperende vor. Bei den Nematoden ist das Fehlen von Augen die Regel, das Vorkommen von zwei einfachen Augenflecken am vorderen Körperende (bei einem Theil der freilebenden Formen) die Ausnahme. Die Acanthocephalen sind augenlos. Bei den Annulaten bildet das Vorkommen von Augen die Regel, das Fehlen die Ausnahme. Die Hirudineen besitzen 1—5 Paar Augen an den vordersten Leibesringeln. Ueber ihre Anordnung vergl. den Abschnitt über die segmentalen Sinnesorgane der Egel. Unter den meist im Schlamme oder in der Erde lebenden Oligochaeten besitzen nur die Naidomorphen Augen, und zwar in einem Paar am Kopfsegment. Bei den eine ähnliche oder, wie Histriodrilus, eine parasitische Lebensweise führenden Archianneliden fehlen die Augen beim erwachsenen Thiere oder sie sind verkümmert. Die meisten Polychaeten sind mit Augen ausgestattet, und zwar liegen sie mit ganz vereinzelten Ausnahmen im Kopfsegment. Die meisten Errantia haben 1 oder 2 Paar wohlentwickelte Augen, die bei den Alciopiden eine auffallende Grösse erreichen; manche Sedentaria sind augenlos, da wo aber Augen vorkommen, liegen sie als kleine, sogenannte Augenflecke meist in grösserer Anzahl im Kopflappen, da wo das Gehirn mit der Hypodermis in Verbindung steht. Bei Fabricia kommen Augenflecke am Hinterende vor, bei einigen Sabella-Arten an den Tentakelkiemen. Ueber die sogenannten Seitenaugen von Polyophthalmus siehe weiter unten. Die im Schlamme oder in Schlupfwinkeln lebenden Echiuriden und die parasitischen Myzostomiden sind blind. Das Fehlen von Augen ist für die ganze Klasse der Prosopygier charakteristisch. Die Rotatorien besitzen einen unpaaren oder paarigen, dem Gehirn anliegenden Augenfleck, nur bei festsitzenden Formen fehlt er im erwachsenen Zustande oder ist rudimentär. Dinophilus hat 2 Augenflecke im Kopflappen. Bei den Chaetognathen liegen 2 Augen auf der Rückenseite des Kopfes, hinter dem Gehirn im Körperepithel.

Bau der Augen. Eine vergleichende Morphologie der Wurmaugen ist zur Zeit ein Desiderat. So viel erscheint jetzt schon sicher, dass die Augen in den verschiedenen Abtheilungen einander nicht homolog zu sein brauchen. Homolog sind vielleicht die in der Zweizahl auftretenden Augen, welche bei den Wurmlarven vom Trochophoratypus sich im engen Anschluss an die Gehirnanlage entwickeln und welche sehr häufig bei der Metamorphose zu Grunde gehen oder sich rückbilden. Den Bau der Augen der Hirudineen will ich in dem Abschnitt über die segmentalen Sinnesorgane dieser Thiere besprechen. Zum Theil an der Hand der Abbildungen will ich besprechen 1. den Bau eines Capitellidenauges, 2. den Bau des unter allen Würmern am höchsten entwickelten Alciopidenauges, 3. den Bau des Chaetognathenauges. 1. Das Capitellidenauge. Die zahlreichen Augen (Ocellen) der Capitelliden liegen im Kopflappen, da, wo das Gehirn mit der Hypodermis verschmilzt. Folgendes sind die Elemente eines Einzelauges. Wir unterscheiden pantoffelförmige lichtbrechende Zellen, deren äusserer Theil homogen und durchsichtig ist, während der innere Pigment enthält. Jede solche Zelle setzt sich gegen das Gehirn zu in eine Nervenfaser fort, welche

in eine Ganglienzelle des centralen Sehlappens einmündet. Die lichtbrechenden Zellen des Auges werden durch Fadenzellen der Hypodermis miteinander verbunden. Ueber das Auge zieht die stärker gewölbte Cuticula hinweg. 2. Das Alciopidenauge (Fig. 153). Die beiden Augen der Alciopiden springen kugelförmig zu beiden Seiten des Kopfes vor. Die verflachte Hypodermis mit ihrer Cuticula zieht über dieselben hinweg, über der Mitte des vorspringenden Auges bildet sie die äussere Cornea. Das Auge selbst bildet eine Blase, deren hintere, verdickte Wand die Retina, die vordere, verdünnte die innere Cornea darstellt. Die Elemente der Retina sind langgestreckte, dicht gedrängt stehende Zellen, an denen man drei Theile unterscheiden kann, 1. den dem Gehirn zugewandten Zellkörper mit Kern, 2. das gegen das Lumen der Augenblase zu gerichtete Stäbchen und 3. zwischen beiden Theilen eine schmale Pigmentschicht. Unter der Cornea liegt die kugelige Linse. Der übrige Theil der Augenblase ist von Flüssigkeit erfüllt. Die Retinazellen setzen sich in Nervenfasern fort, die bald in die Ganglienzellen des Sehlappens (Ganglion opticum) einmünden, das durch eine kurze Nervenfasermasse mit dem Gehirn in Verbindung steht. 3. Das Chaetognathenauge (Fig. 154) ist kugelförmig. Im Centrum der Kugel liegen drei in Pigment eingebettete, biconvexe Linsen; jeder dieser drei Linsen liegt ein Dritttheil der gesammten Retina von aussen so an, dass alle 3 Theile zusammen die Wandung der Kugel bilden. Die Retina besteht aus Zellen, deren gegen die Linse zu gerichteter Theil ein Stäbchen, der nach aussen gerichtete Theil den Zellkörper mit Kern darstellt. An der Peripherie der Kugel setzt sich jede Retinazelle in eine Nervenfaser fort. Alle Nervenfasern vereinigen sich zum Nervus opticus (Fig. 151, p. 226). Das Chaetognathenauge kann als aus drei verschmolzenen einfachen Ocellen hervorgegangen betrachtet werden. — Schon ein Vergleich der drei besprochenen Wurmaugen

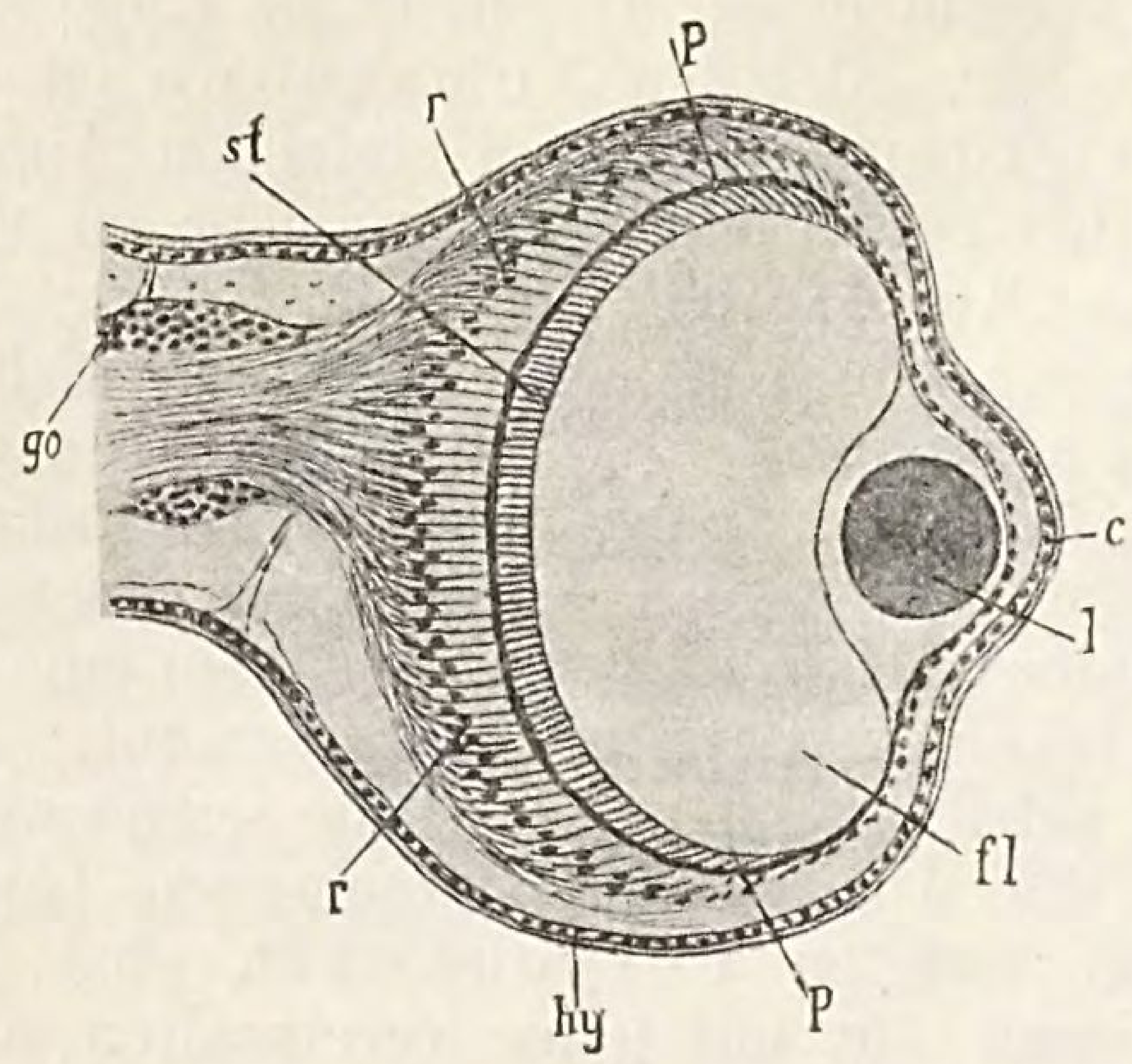


Fig. 153. **Schnitt durch das Auge einer Alciopide (Callizona Grubei).** *hy* Hypodermis, *c* Cornea, *l* Linse, *fl* Augenflüssigkeit, *p* Pigment der Retina, *r* Retinazellen, *st* Stäbchen, *go* Ganglion opticum des Gehirns (nach CARRIÈRE).

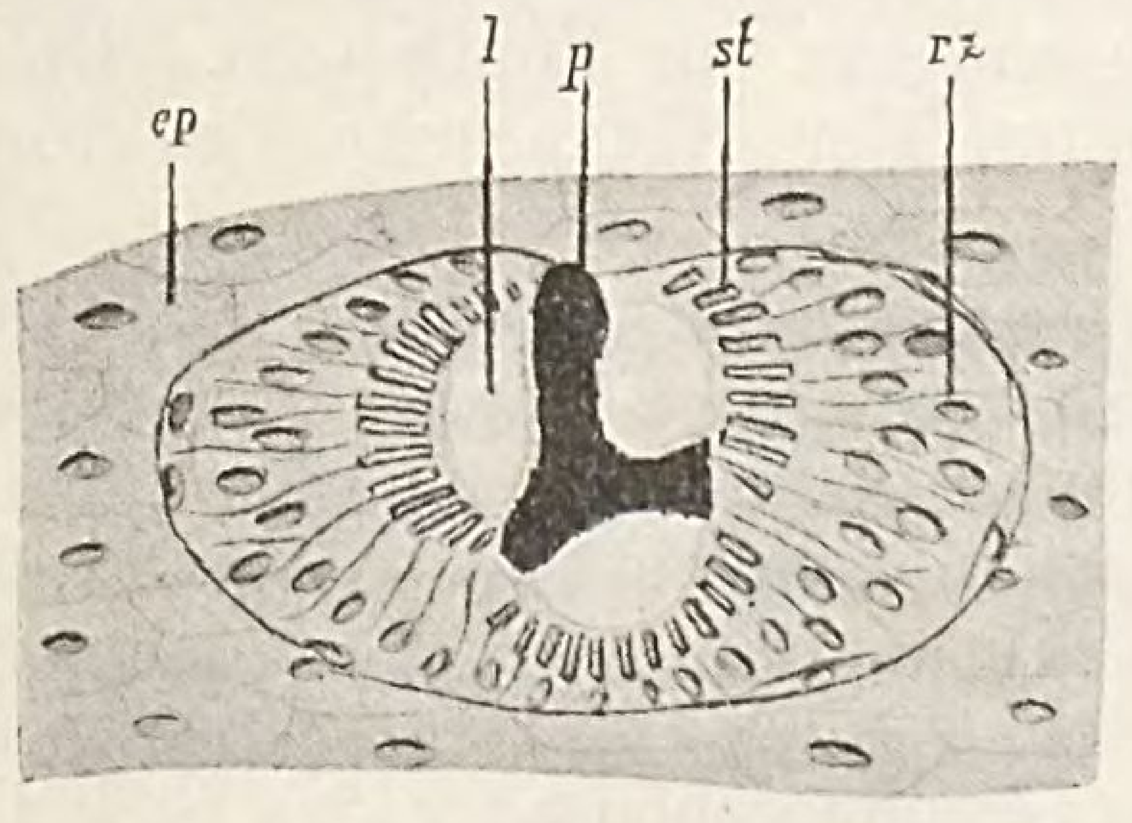


Fig. 154. **Schnitt durch das Auge von Sagitta hexaptera** (nach O. HERTWIG). *ep* Körperepithel, *l* Linse, *p* Pigment, *st* Stäbchen, *rz* Retinazelle.

zeigt, wie durchaus verschiedenartig die Augen bei den Würmern gebaut sind.

C. Geruchsorgane (Wimperorgane).

Bei zahlreichen Würmern aus den Abtheilungen der Nemertinen und Chaetopoden finden sich am Kopfende des Körpers 2 seitliche, stark wimpernde Stellen der Hypodermis, die sogenannten Wimperorgane, Wimperspalten, Wimpergruben, Wimperhügel, welche als Geruchsorgane gedeutet werden. Das Körperepithel besteht an diesen Stellen aus bewimperten Sinneszellen, deren Basis sich in eine Nervenfaser verlängert. Alle Nervenfasern stehen unter dem Sinnesepithel mit einem Ganglienzellenplexus in Zusammenhang, der seinerseits wieder mit dem Gehirn in Verbindung steht. Die erwähnten flimmernden Stellen sind bei den Chaetopoden häufig gruben- oder taschenartig vertieft und oft vorstülpbar. Am Gehirn kann ein besonderer, sich eng an das Wimperorgan anschmiegender Riechlappen (Ganglion olfactorium) entwickelt sein, der am Geruchsorgan die Stelle des Lobus opticus oder Ganglion opticum des Auges vertritt. Sehr stark entwickelt und häufig vom Gehirn scharf abgegrenzt sind diese Riechlappen bei den Nemertinen (vergl. pag. 214 u. 215). Die Wimperorgane stellen hier durch Längsspalten seitlich am Kopfe nach aussen mündende Gruben dar, welche sich bei den Schizonemertinen nach innen in einen bewimperten Kanal fortsetzen, der in das Innere des cerebralen Riechlappens hineindringt. — Es ist wahrscheinlich, dass alle diese Wimperorgane homologe Bildungen sind und den Wimpergrübchen am Kopfende der Turbellarien entsprechen.

Unter den Chaetopoden hat man sie bis jetzt bald stärker, bald weniger stark entwickelt angetroffen bei den Euniciden, Nereiden, Phyllodociden, Syllideen, Opheliaceen, Typhloscoleciden, Sabelliden, Archianneliden, Tomopteriden, Ctenodrilus und Aphanoneuren. Sinnesorgane von ähnlichem Bau und in ähnlicher Lage sind bei Bryozoen (Loxosoma, Rhabdopleura) und bei Phoronis beobachtet worden.

Bei den Chaetognathen (Fig. 151, p. 226) liegt ein ringförmig geschlossener Streifen von zum Theil wimpernden Epithelzellen leistenartig den gewöhnlichen Epithelzellen auf. Er wird als Geruchsorgan betrachtet und liegt hinter den Augen zwischen Kopf und Rumpf. Der dieses unpaare Sinnesorgan innervirende Geruchsnerv ist paarig und liegt nach innen von den nervi optici.

D. Geschmacksorgane (becherförmige Organe).

Es handelt sich um Sinneshügel des Körperepithels. Jeder Sinneshügel besteht aus einem Bündel gestreckter Sinneszellen, deren nach aussen gerichtetes Ende Sinneshaare trägt, während ihr basales Ende sich in eine Nervenfibrille fortsetzt, die in den subepithelialen Ganglienzellenplexus eintritt. Die Sinneshügel können in gruben- oder becherförmige Vertiefungen der Haut zurückgezogen werden und rechtfertigen in diesem Zustande den Namen becherförmige Organe. Sie kommen stets in grosser Zahl und diffuser Vertheilung vor. Da sie in besonders grosser Anzahl am Mundrande, in der Mundhöhle und auch am Pharynx angetroffen werden, so hält man sie für Geschmacksorgane.

Sehr genau ist ihr Bau und ihre Verbreitung bei den Capitelliden bekannt. Bei Notomastus, Dasybranchus und Heteromastus kommen sie nur am Kopflappen, Thorax und Pharynx vor, bei Mastobranchus und

Capitella auch noch am Abdomen. Aehnliche Sinnesorgane finden sich auch bei Oligochaeten (Lumbriciden, Chaetogastriden, Enchytraeiden) besonders zahlreich am Kopfe, zumal an der Oberlippe. Bei Polychaeten sind sie noch bei Nereiden (Nephthys) und Enniciden beobachtet worden (am Pharynx, in der Mundhöhle). Bei den Hirudineen, wo sie zuerst beobachtet und genau beschrieben wurden, kommen sie allgemein an den Lippen vor. Hautsinnesorgane, die bei Sipunculiden und Echiuriden an den Papillen des Körpers, sowohl am Rüssel als am übrigen Körper, in grosser Anzahl (oft wie die Papillen selbst in Längs- oder Querreihen angeordnet) sich finden, gehören wahrscheinlich auch in die Kategorie der becherförmigen Organe.

E. Seitenorgane.

Diese retractilen Sinnesorgane kommen nur bei Chaetopoden vor und stimmen in ihrem Bau im Wesentlichen mit den becherförmigen Organen überein. Die zahlreichen fadenförmigen, Sinneshaare tragenden, dicht gedrängt stehenden Sinneszellen der Seitenorgane stehen einerseits mit transversalen Muskelfibrillen in Verbindung, welche zusammen für jedes Seitenorgan einen Retractor bilden, und anderseits mit einem Ganglienzellplexus des Seitenorganes, der erst wieder durch einen besondern Seitenorgannerv mit dem Bauchmark in Zusammenhang steht. Das Gesagte gilt zunächst für die in dieser Beziehung am genauesten untersuchten Capitelliden. Was die Seitenorgane am deutlichsten von den becherförmigen Organen unterscheidet, ist ihre streng segmentale Anordnung. Sie finden sich paarweise an jedem Segment in der Seitenlinie, zwischen dorsalen und ventralen Parapodien und kommen ausser bei den Capitelliden noch bei Polyophthalmus, den Amphicteniden und unter den Oligochaeten bei den Lumbriculiden vor. Viele Gründe sprechen dafür, dass die Seitenorgane den dorsalen Cirren der ventralen Parapodien der übrigen Polychaeten homolog sind, und es lässt sich sogar innerhalb der Familie der Glyceriden die Umwandlung dieser Cirren zu Seitenorganen fast Schritt für Schritt verfolgen. Die Cirren sind sensible Organe; indem sie sich verkürzen und schliesslich zu niedrigen Hügeln werden, werden die in ihrer Hypodermis zerstreuten Sinneszellen (Tastzellen) zu dem Sinnesepithel der Seitenorgane zusammengedrängt.

In den Seitenlinien der Oligochaeten scheinen allgemein laterale Ganglienzellstränge vorzukommen, die vorne in das Gehirn einmünden. Sie stehen mit der Hypodermis in enger Verbindung und innerviren bei den Lumbriculiden die Seitenorgane. Wahrscheinlich stehen sie auch mit dem Eingeweidenervensystem in Zusammenhang.

Die Funktion der Seitenorgane ist zur Zeit noch äusserst problematisch.

F. Gehörorgane.

Ganz auffallend ist das fast vollständige Fehlen von Gehörorganen im Kreise der Würmer. Sie kommen nur bei Polychaeten und auch hier nur vereinzelt in wenigen Familien vor, nämlich bei den Arenicoliden, bei Terebelliden (Lanice) und Serpuliden (Myxicola, Amphiglene, Fabricia). Ihr Vorkommen ist ferner bei mehreren Terebellidenlarven, bei der Larve von Eupomatus (einer Serpulide) und einer nahe verwandten Chaetopodenlarve constatirt. Sie sind paarig, liegen bei Arenicola an der Schlundcommissur im Kopfsegment und erhalten bei dieser

Form ihre Nerven vom Gehirn. Bei den übrigen Formen liegen sie, wie es scheint, im ersten Rumpfsegment und werden vom untern Schlundganglion aus innervirt. Dadurch, wie durch ihre Entwickelung, erinnern sie an die Gehörorgane der Mollusken. Bei den erwachsenen Thieren stellen sie Bläschen (Otocysten) dar, deren Wand von Epithelzellen (Sinneszellen, Hörzellen) gebildet wird. Die Bläschen enthalten eine Flüssigkeit, in welcher ein oder mehrere Otolithen flottiren.

G. Die Seitenaugen von Polyophthalmus.

In den Seitenlinien von Polyophthalmus, etwas unter der Insertion der queren Muskelbänder, liegen augenähnliche Organe in streng segmentaler Anordnung. Sie finden sich bei P. pictus vom 8. bis zum 19. Körpersegmente und stehen in inniger Verbindung mit der Hypodermis, welche, über jedem Auge pigmentfrei, mit der Cuticula über dasselbe hinwegzieht. Jedes Auge besteht aus einer Linse, einem Pigmentbecher und einem in diesem Becher eingelagerten Körper, der aus prismatischen Zellen besteht. Pigmentbecher und Zellkörper bilden zusammen vielleicht eine Art Retina (?). Es muss ausdrücklich bemerkt werden, dass Polyophthalmus ausser den Seitenaugen noch Kopfaugen (in der Dreizahl) und Seitenorgane besitzt.

H. Die Augen und die segmentalen Sinnesorgane der Hirudineen.

Anordnung am Körper. Ich wähle Hirudo medicinalis als Typus. Wir zählen am Körper dieser Thiere 102 Ringe. Diese Ringe sind nicht gleichartig. Ein Theil derselben (es sind 26) zeichnen sich durch den Besitz von Sinneshügeln aus, welche an den übrigen Ringen fehlen. Die mit Sinneshügeln ausgestatteten Ringe will ich als Sinnesringe bezeichnen, die andern als leere Ringe. Jeder Sinnesring trägt auf der Rückenseite 6—8, auf der Bauchseite 6 Sinnes-

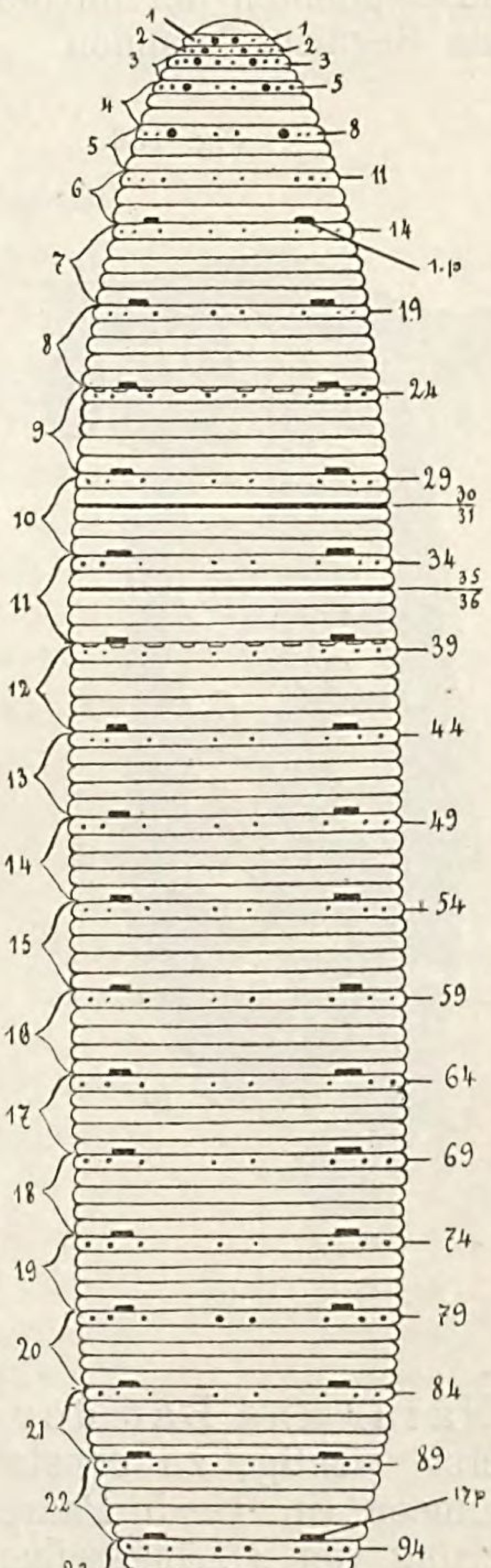


Fig. 155. **Aeussere Morphologie von Hirudo medicinalis** (nach WHITMAN). Die 5 Paar Augen sind durch grössere, die segmentalen Sinnesorgane durch kleinere schwarze Punkte markirt, die Mündungen der Nephridien durch kleine schwarze Vierecke (1*p* — 17*p*). Rechts sind die Ringel, links die Segmente gezählt. 30/31 Lage der männlichen, 35/36 der weiblichen Geschlechtsöffnung. Am 9., 10. und 11. Segment entwickelt sich das Clitellum. *an* After, *bs* hinterer Saugnapf.

hügel. Am ganzen Körper sind letztere so angeordnet, dass sie dorsalwärts in 6—8, ventralwärts in 6 Längsreihen stehen. Ein Vergleich der äussern Ringelung mit der inneren Segmentirung ergiebt, dass der Körper von Hirudo aus so vielen Segmenten besteht, als Sinnesringe vorhanden sind, und zwar ist der Sinnesring der erste Ring eines jeden Segmentes. In der mittleren Körperregion vom 6. bis zum 23. Segmente besteht jedes Segment aus 5 Ringen, dem vordern Sinnesring und 4 darauffolgenden leeren Ringen. Die ersten 6 und die letzten 4 Segmente sind verkürzt, indem 2—4 leere Ringe ausfallen. Das Nähere zeigt die Figur. Dadurch, dass sich überall die Sinnesringe erhalten, lässt sich bei den verschiedenen Hirudineen nach äusserer Untersuchung des Körpers stets feststellen: 1. aus wie viel Segmenten er besteht (so viele Sinnesringe, so viele Segmente), 2. welche Segmentringe reducirt oder verkürzt sind (die volle Zahl der Ringe erhält sich in den Segmenten der mittleren Körperregion), 3. wie viel Ringe typisch auf ein Segment kommen.

Fig. 156.

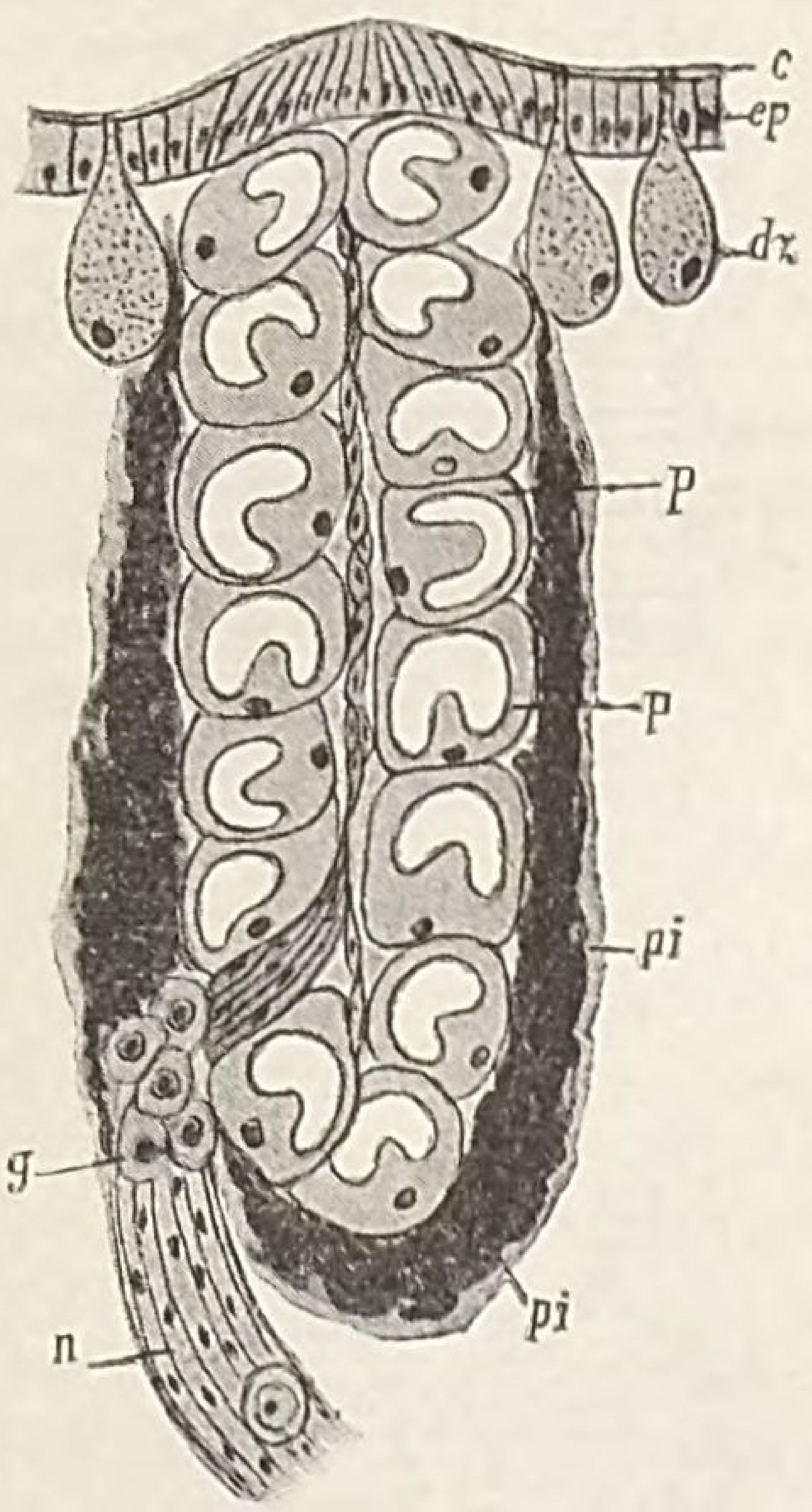


Fig. 157.

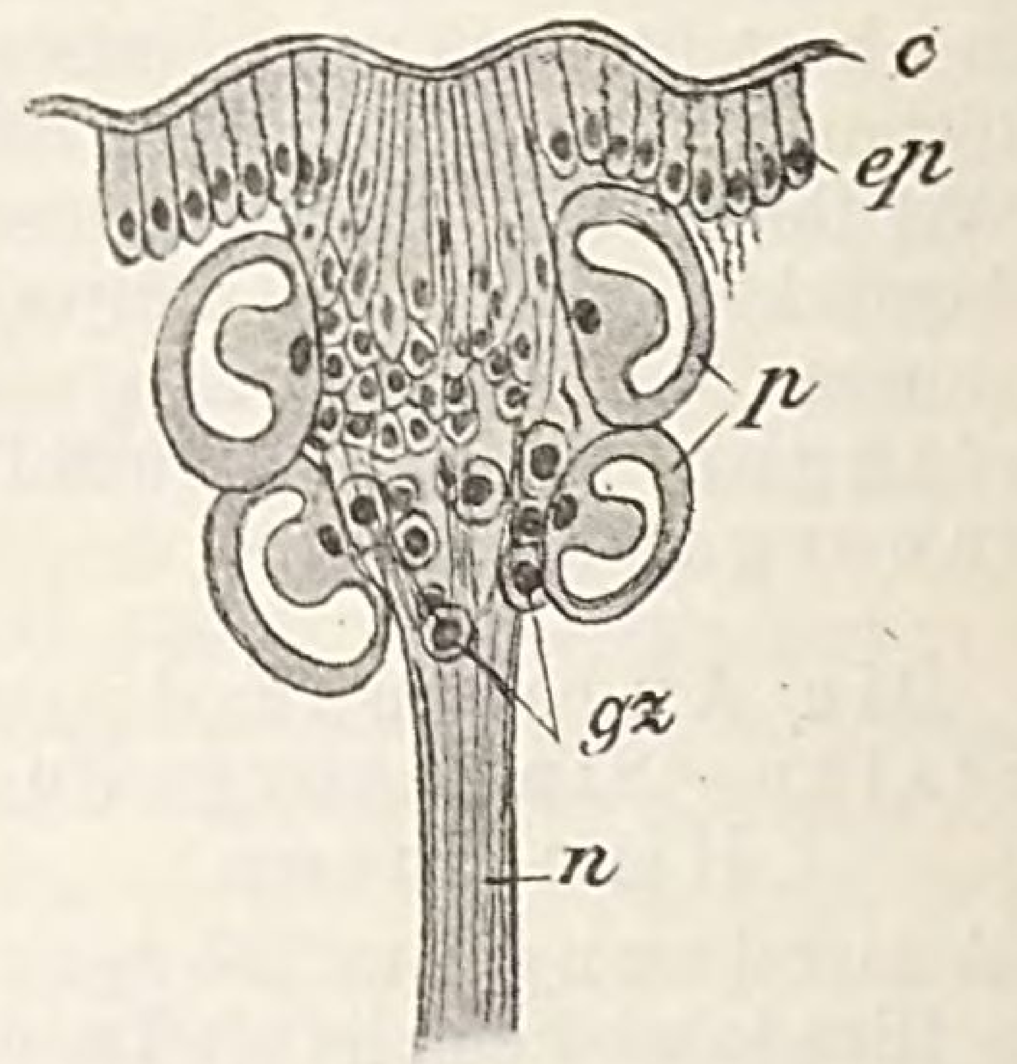


Fig. 156. **Schnitt durch das Auge eines Landblutegels.** *c* Cuticula, *ep* Hypodermis, *p* grosse klare Zellen, *g* Ganglienzellen, *n* Nerv, *dz* Hautdrüsenzellen, *pi* Pigment. (Nach WHITMAN.)

Fig. 157. **Schnitt durch ein segmentales Sinnesorgan von Macrobdella** (nach WHITMAN). *c* Cuticula, *ep* Hypodermis, *p* grosse klare Zellen, *gz* Ganglienzellen, *n* Nerv.

Natur und Bau der segmentalen Sinnesorgane. Es ist äusserst wichtig, zu constatiren, dass die sogenannten Augen der Hirudineen (in 1—5 Paaren vorhanden) stets in der vorderen Verlängerung von 2 Längsreihen von Sinnesorganen und stets in Sinnesringen, nie in leeren Ringen liegen. Mit anderen Worten, sie nehmen die Stelle von segmentalen Sinnesorganen ein, denen sie serial homolog sind. Figur 155 erläutert dieses Verhalten. — Folgendes ist der Bau eines Hirudineenauges. Es ist cylindrisch, steht ziemlich senkrecht auf der etwas veränderten Hypodermis, an die es anstösst. Am basalen

Ende tritt der Sehnerv ein, seine Fibrillen gehen in lange Sinneszellen über, die in der Achse des Auges liegen. Um diese Achse herum liegen grosse klare Zellen, die neben einem Kern eine lichtbrechende Substanz enthalten. Das ganze Auge ist in stark pigmentirtes Bindegewebe eingebettet. Die Structur desselben ist derart, dass seine Natur als Sehorgan höchst problematisch erscheinen muss. Die segmentalen Sinnesorgane unterscheiden sich von den sogenannten Augen in folgenden drei Punkten. 1. Die langgestreckten Sinneszellen erweisen sich deutlich als verlängerte Hypodermiszellen; 2. die klaren, grossen Zellen sind in viel geringerer Anzahl vorhanden; 3. das Pigment fehlt. Die Funktion dieser Sinnesorgane ist ganz problematisch.

Bei Pontobdella lässt eine bestimmte Anordnung der verschieden grossen Höcker auf den Ringen die Zahl der Segmente äusserlich ebenso leicht erkennen, wie die Anordnung der Sinnesorgane. Bei Branchellion sind an jedem Segment der Kiemenregion die Kiemen eines Ringes, wahrscheinlich des vordersten, an ihrer Basis verdickt. Siehe Respirationsorgane.

IX. Exkretionsorgane.

(Nephridien, z. Th. Leitungswege der Geschlechts-Produkte.)

Nemertinen. Der stets paarige Exkretionsapparat besteht aus mit Epithel ausgekleideten, meist bewimperten Kanälen, welche im allgemeinen einerseits in Bluträumen des Körpers ihren Anfang nehmen, anderseits nach aussen münden. Er ist auf den vordern Körpertheil beschränkt und die Ausführungsgänge liegen immer seitlich über den Längsstämmen des Nervensystems. Im Einzelnen verhält er sich sehr verschieden. Palaeonemertini. Bei Carinella sondert sich von den Seitengefässen des Blutgefässsystems ein exkretorischer Abschnitt, der in einen drüsigen Theil und in ein Reservoir zerfällt, und einerseits an zwei Stellen mit den Seitengefässen communicirt, anderseits mit einem Kanal nach aussen mündet. Bei Carinoma sind, wie bei allen übrigen Nemertinen, die epithelialen Wände der Exkretionskanäle (Nephridien) selbst drüsiger Natur. Die Nephridien bestehen jederseits 1. aus einem sehr kurzen Längskanal, der an drei Stellen mit dem Seitengefäss in Communikation steht, und 2. einem nach aussen mündenden Ausführungsgang. Auch bei Carinina besteht das Nephridialsystem jederseits aus zwei Theilen, 1. einer Masse dicht gedrängter Kanälchen, welche nach innen gegen den Blutraum der Oesophagusregion vorspringt und welche 2. mit einer Nephridialhöhle in Verbindung

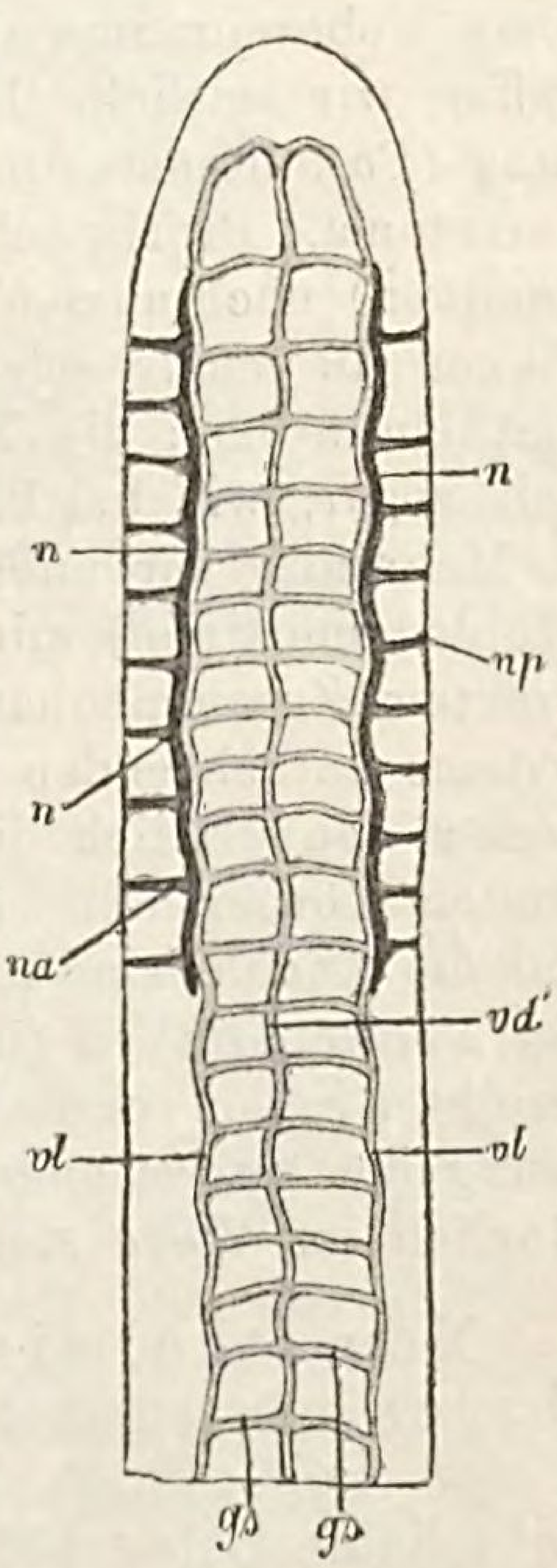


Fig. 158. **Nephridial- und Circulationssystem im vordern Körpertheil einer Nemertine,** schematisch. *n* Längskanäle des Nephridialsystems, *np* seitliche Ausmündungen derselben, *na* Ausführungsgang, *vd* Rückengefäss, *vl* Seitengefässe, *gs* quere Gefässschlingen zwischen Rückengefäss und Seitengefässen.

steht, die sich an ihrem hintern Ende zu einem Kanal verjüngt, der nach aussen mündet.

Während bei den Palaeonemertinen (mit Ausnahme von Carinina) die Nephridien mit dem Blutgefässsystem in offener Verbindung stehen, konnte eine solche Communication bei den übrigen Nemertinen bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Bei den Schizonemertinen existirt jederseits in der vordern Körperregion entweder ein einziger Längskanal oder ein longitudinales Geflecht von Kanälen, in welchem aber meist ein Hauptkanal zu unterscheiden ist. Diese Längskanäle, welche in oder an den Bluträumen oder Seitengefässen innerhalb der innern Längsmuskelschicht liegen, münden jederseits nach aussen 1. entweder durch einen, gewöhnlich an ihrem hintern Ende gelegenen Ausführungsgang, 2. durch zwei gegen die Mitte ihrer Länge nach aussen führende Kanäle, 3. durch mehrere, oft sehr zahlreiche und mehr oder weniger metamerisch angeordnete seitliche Ausführungsgänge. — Auch bei den Hoplonemertinen und Malacobdelliden findet sich jederseits in der vordern Körperregion ein Längskanal. Dieser giebt in seiner ganzen Länge seitliche, sich selbst wieder verzweigende Aeste ab. Längskanal und Verzweigungen liegen weder an noch in Bluträumen, sondern sind der bindegewebigen Gallertsubstanz (Körperparenchym) direkt eingebettet. Die Längskanäle münden entweder durch mehrere seitliche Ausführungsgänge nach aussen, oder jederseits nur durch einen Seitenkanal, der entweder vorn, oder in der Mitte oder hinten vom Längsstamm abgehen kann.

Das Nephridialsystem der Schizo- und Hoplonemertinen zeigt eine gewisse Uebereinstimmung mit demjenigen der Plathelminthen. Hier wie dort treffen wir seitliche Längsstämme, die jederseits entweder mit einer Oeffnung (Paradigmata unter den Plathelminthen finden sich bei Rhabdocoelen: Derostoma, Prorhynchus, Gyrator, Mesostoma und bei Trematoden: Polystomiden) nach aussen münden oder mit zahlreichen seitlichen Ausführungsgängen in mehr oder weniger segmentaler Anordnung (Paradigmata bei Plathelminthen: die Tricladen). Die Längsstämme der Nemertinen können sich sogar, wie bei Plathelminthen, in ein Geflecht auflösen oder sie können in Mehrzahl vorhanden sein. Wo das Nephridialsystem bei Nemertinen (Hoplonemertinen) mit dem Blutgefässsystem weder in direktem noch in indirektem Zusammenhang steht, gehört dasselbe, wie bei den eines Blutgefässsystems entbehrenden Plathelminthen, dem verästelten Typus an. Bei den Nemertinen freilich liegt das Nephridialsystem nur im vordern oder vordersten Körpertheil. Endständige Exkretionszellen sind nicht nachgewiesen und die Kanäle sind mit einem Flimmerepithel ausgekleidet, während sie bei den Plathelminthen (überall und in allen Theilen?) im Innern aneinandergereihter Zellen verlaufen. Doch dürften diese Unterschiede einer Homologisirung des Exkretionssystems der Plathelminthen und Nemertinen wohl kaum gänzlich im Wege stehen.

Nemathelminthen. Die Nematoden und Acanthocephalen müssen gesondert besprochen werden. Bei den ersten kommen in den Seitenlinien Längskanäle vor, an denen man bis jetzt keinen epithelialen Belag hat nachweisen können. Die beiden Längskanäle vereinigen sich am vorderen Körperende zu einem kürzeren oder längeren unpaaren Kanal, der in der Nähe des Gehirns durch einen ventralen medianen Porus nach aussen mündet. Die Homologien dieser Kanäle, die als Exkretionskanäle aufgefasst werden, sind ganz unsicher. Bei

den Gordiiden fehlen sie. Der den Darm umgebende, kanalartige Hohlraum (Abschnitt der Leibeshöhle) dieser Thiere soll sich bei Gordius Preslii vor der Kloake in zwei Schenkel spalten, die vielleicht in die Kloake ausmünden. Die Deutung dieses Kanales als Exkretionsröhre ist mithin noch ganz unsicher.

Bei den Acanthocephalen findet sich in der Subcuticula der Haut ein System von Kanälen, das im Abschnitt über das Gefässsystem besprochen werden soll. Der vordere, von dem hintern ganz abgeschlossene Theil dieses Kanalsystems wurde als Exkretionssystem in Anspruch genommen, eine Deutung, die hauptsächlich deshalb auf Schwierigkeiten stösst, weil keine äusseren Oeffnungen des Kanalsystems vorhanden sind.

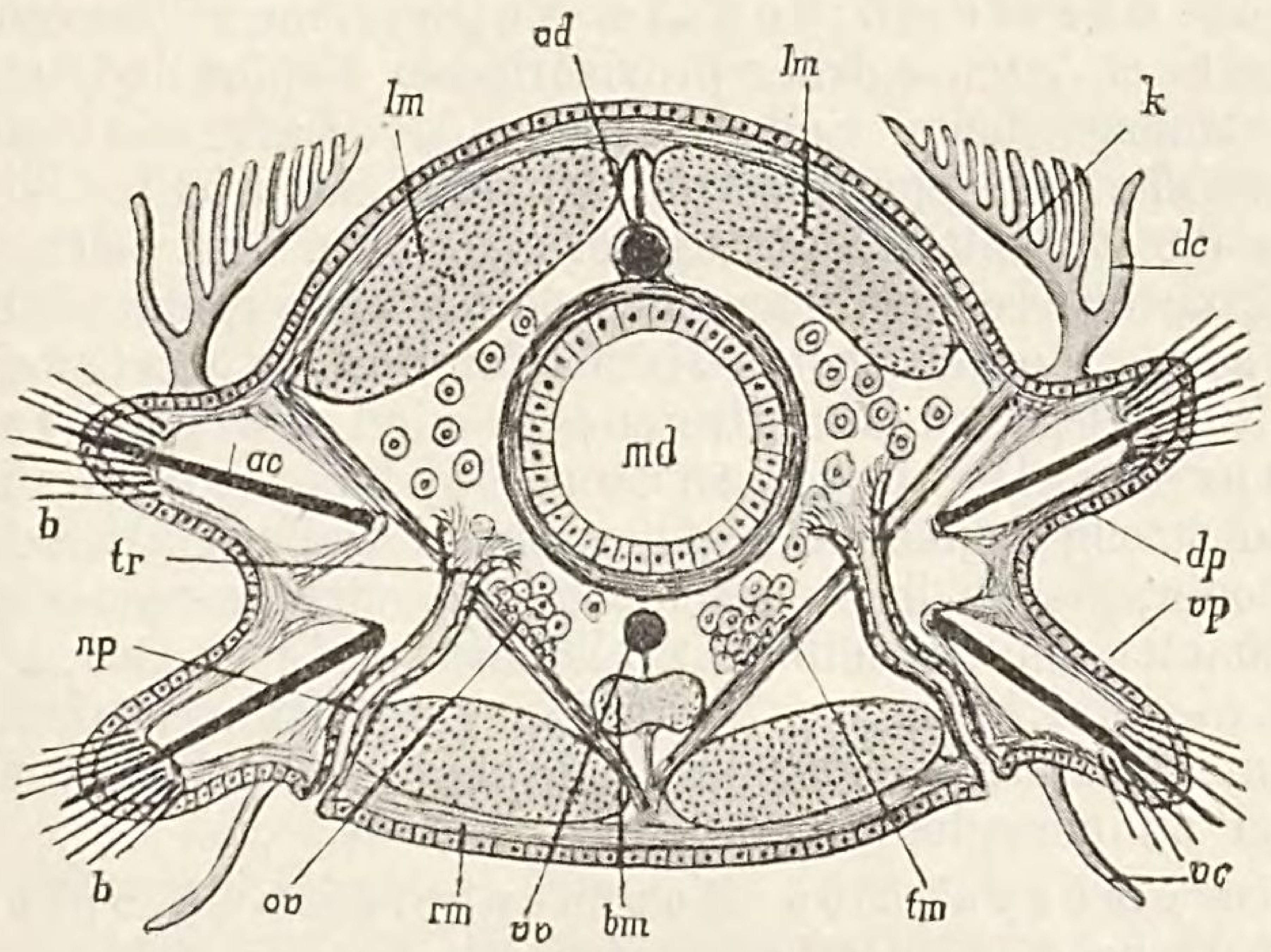


Fig. 159. **Querschnitt durch ein Rumpfsegment eines Raubanneliden,** schematisch. *b* Borsten, *ac* Acicula, Stützborste, *lm* Längsmuskulatur, *vd* Rückengefäss, *k* Kieme, *dc* Rückencirrus, *dp* dorsaler Fussstummel (Parapod), *vp* ventraler Fussstummel, *vc* Bauchcirrus, *tm* transversale Muskeln, *bm* Bauchmark, *vo* Bauchgefäss, *rm* Ringmuskulatur, *ov* Ovarium, *np* Nephridien, *tr* Nephridialtrichter, *md* Mitteldarm. In der Leibeshöhle Eier.

Annulaten. Für das Exkretions- oder Nephridialsystem lässt sich ganz im Allgemeinen folgendes Schema aufstellen. Es besteht aus paarigen, sich segmental wiederholenden, Röhren (Nephridien), die an beiden Enden offen sind. Durch die innere Oeffnung steht jedes Nephridium mit der Leibeshöhle oder mit Bluträumen in offener Kommunikation; die äussere Oeffnung liegt in der Haut und mündet nach aussen. Die Nephridien stellen also eine offene Verbindung der Leibeshöhle mit der Aussenwelt her und dienen vornehmlich zur Ausleitung der aus dem Körper zu entfernenden Produkte des Stoffwechsels. — Da bei vielen Annulaten die Geschlechtsprodukte sich aus dem Endothel der Leibeshöhle entwickeln, sich dann von dem Mutterboden loslösen und frei in der Leibesflüssigkeit flottirend heranreifen, so ist auch den Geschlechtsprodukten durch die Nephridien die Gelegenheit geboten, nach aussen zu gelangen. So übernehmen die Nephridien nebst der rein exkretorischen Funktion häufig auch noch die Aufgabe der Ausleitung der Geschlechtsprodukte.

Vielfach kann sogar diese zweite Funktion bei einem Theile der Nephridien zur Hauptfunktion werden. Dann erleiden diese Nephridien häufig tief eingreifende Umgestaltungen und werden bei Polychaeten als Genitalschläuche bezeichnet.

Wie schon erwähnt, kommen paarige Nephridien ursprünglich wohl allen Segmenten des Annulatenkörpers zu, auch dem Kopf- oder Mundsegment. Es kommt nun aber vor, dass die Nephridien in einer geringern oder grössern Anzahl von Segmenten überhaupt nicht zur Entwickelung gelangen. Es ist ferner eine allgemein verbreitete Erscheinung, dass sich ein Theil der Nephridien zwar frühzeitig beim Embryo oder bei der Larve oder jungen Thieren anlegt und als Embryonal- oder Larvenniere fungirt, später aber vollständig verschwindet, wenn die bleibenden Nephridien zur Entwickelung gelangen. Die vorübergehend in der ontogenetischen Entwickelung auftretenden Nephridien wollen wir als provisorische oder embryonale Nephridien bezeichnen. Man kann wieder zwei Arten solcher provisorischer Nephridien unterscheiden: 1. solche, welche beim Embryo oder der Larve in einer Region auftreten, welche dem spätern Kopfsegmente entspricht. Sie liegen am Vorderende der Zellenmassen (Mesodermstreifen), aus welchen die wichtigsten Organe des segmentirten Mesoderms hervorgehen. Es sind die embryonalen Kopfnephridien oder die Kopfniere. 2. Solche, welche in Rumpfsegmenten auftreten; es sind die provisorischen Rumpfnieren. Die bleibenden Nephridien werden, wegen ihrer oft so streng segmentalen Anordnung, vielfach als Segmentalorgane, oder, wegen ihres geschlängelten oder gewundenen Verlaufes (bei Oligochaeten und Hirudineen), als Schleifenkanäle bezeichnet. Wir wollen die drei Arten von Nephridien zunächst gesondert besprechen und dann unsere Ansicht über ihre morphologische Bedeutung und ihre Beziehungen zu einander äussern.

A. Die embryonalen Kopfnephridien (Kopfniere). Sie treten vorübergehend bei der Larve oder dem Embryo auf und sind paarig. Ihr inneres Ende liegt in der embryonalen Kopfhöhle. Embryonale Kopfnephridien sind bei zahlreichen Oligochaeten und Polychaeten beobachtet. Es sind flimmernde Kanäle, die mit der Kopfhöhle nicht in offener Kommunikation stehen. Das Lumen dieser Kanäle ist intracellulär, d. h. die Nephridien stellen Reihen aneinandergereihter Zellen dar, deren Axentheil von einem Lumen durchbohrt ist. Hierin stimmen die embryonalen Kopfnephridien mit den bleibenden Nephridien der Oligochaeten und Hirudineen, mit den Kanälen des Wassergefässsystems der Plathelminthen überein. Die embryonalen Kopfnephridien sind bisweilen (so z. B. bei der Echiurus- und bei der Polygordiuslarve) verzweigt, ähnlich wie die Wassergefässe der Plathelminthen, die Nephridien mancher Nemertinen. Seitliche Verzweigungen der Hauptkanäle kommen auch an den bleibenden Nephridien von Hirudineen und Oligochaeten vor. Den innern Enden der verzweigten oder einfachen Nephridien sitzt häufig eine Endzelle auf, auf deren gegen das Lumen des Kanales zu gerichteter Seite sich bisweilen ein Bündel von Wimpern (Wimperflamme) erhebt, das in dem Lumen des Kanales undulirende oder schwingende Bewegungen ausführt. Diese Endzellen gleichen den terminalen Exkretionswimperzellen des Wassergefässsystems der Plathelminthen.

B. Die embryonalen oder provisorischen Rumpfnephridien. Sie sind bis jetzt in relativ wenigen Fällen beobachtet; es ist aber wahrscheinlich; dass sie in weiter Verbreitung vorkommen. Sie treten in

streng segmentaler Anordnung (wie die bleibenden Nephridien) als paarige Kanäle in solchen (meist vordern) Segmenten auf, in welchen bei den erwachsenen Thieren die definitiven Nephridien fehlen.

Unter den Oligochaeten ist für Rhynchelmis der Nachweis geliefert worden, dass in den 5 vordersten Rumpfsegmenten, in welchen beim erwachsenen Thier die Nephridien fehlen, bei den Embryonen 5 Paar provisorische Nephridien zur Ausbildung gelangen, die später degeneriren. Bei den Capitelliden fehlen allgemein die Nephridien in einer grössern Anzahl von Segmenten des Vorderleibes (Thorax und vorderer Theil des Abdomen); dies gilt aber nur für die erwachsenen Thiere. Bei den jungen Thieren aber trifft man in den meisten dieser Segmente provisorische Nephridien an, die um so besser entwickelt sind, je jünger die Thiere sind und je weiter vorn die Segmente liegen, denen sie angehören. Mit andern Worten: die Nephridien entstehen von vorn nach hinten, die vordersten degeneriren zuerst und diese Degeneration setzt sich in dem Maasse successive von vorn nach hinten auf die Nephridien der Thoracalregion und zum Theil auch der vordersten Abdominalsegmente fort, als die bleibenden Nephridien der Abdominalregion zur Entwickelung gelangen. Bei Nereis cultrifera (Fig. 160 p. 240) finden sich in Larvenstadien 5 Paar provisorische oder larvale Rumpfnephridien in den vordersten 5 Rumpfsegmenten, in denen beim erwachsenen Thier keine Nephridien angetroffen werden. — Da bei den meisten Oligochaeten in einigen der vordersten Segmente Nephridien fehlen, so ist es wahrscheinlich, dass in diesen Segmenten provisorische Nephridien bei den Jugendformen vorkommen. Aehnliches kann auch für die Polychaeten vermuthet werden. — Bei den Oligochaeten fehlen, mit Ausnahme der Lumbriciden, die Nephridien in den Geschlechtsegmenten. Aber auch hier gelangen in diesen Segmenten auf Jugendstadien provisorische Nephridien zur Ausbildung. — Bei Hirudineen kommen auf jungen Embryonal- oder Larvenstadien provisorische Nephridien (2 Paare bei Nephelis, 3 Paare bei Hirudo, 4 Paare bei Aulostoma) zur Ausbildung, die frühzeitig zu Grunde gehen. Da die Larven zur Zeit, wo die provisorischen Nephridien vorhanden sind, noch nicht segmentirt sind, so lässt sich nicht sicher feststellen, welche morphologische Bedeutung diese Larvennephridien besitzen. Eine bestimmte Anzahl vorderster und hinterster Segmente der erwachsenen Hirudineen sind ohne Nephridien. Diese Thatsache legt die Vermuthung nahe, dass die larvalen Nephridien der Hirudineen provisorischen Nephridien der vordersten Rumpfsegmente entsprechen. Möglicherweise entspricht das vorderste Paar larvaler Nephridien bei Hirudineen den embryonalen Kopfnephridien (der Kopfniere) der übrigen Annulaten.

Was den Bau der provisorischen Rumpfnephridien anbetrifft, so lässt sich Folgendes sagen. Bei Capitelliden und Oligochaeten zeigen sie im Allgemeinen durchaus das Verhalten der bleibenden Rumpfnephridien. Bei Nereis unterscheiden sie sich von den bleibenden Nephridien durch das Fehlen einer innern Oeffnung in die Leibeshöhle, eines Trichters, sie erinnern hierdurch und dadurch, dass der Nephridialkanal intracellulär ist, an die larvalen Kopfnephridien mancher Annulaten. Die larvalen Nephridien der Hirudineen entbehren sowohl der innern als der äussern Oeffnungen.

C. Die bleibenden Nephridien. An jedem Annulaten-Nephridium können wir, wenn wir von den zahlreichen Complikationen und Modifikationen, die dasselbe bei den verschiedenen Abtheilungen darbietet, zunächst ganz absehen, folgende drei Theile unterscheiden: 1. eine innere, in die Leibeshöhle oder in Bluträume des Körpers einmündende, bewimperte

Oeffnung, die häufig trichterförmig verbreitert ist und deshalb als Trichter bezeichnet wird; 2. einen sich daran anschliessenden, meist bewimperten Kanal mit oft drüsigen Wandungen und 3. einen Endabschnitt, der nach aussen mündet. Der mittlere Theil oder Nephridialkanal ist bei den Hirudineen und Oligochaeten intracellulär und gewöhnlich vielfach gewunden (Schleifenkanal) (Fig. 161), bei den Polychaeten ist er gewöhnlich intercellulär, (von einem vielzelligen Epithel ausgekleidet) und nicht in complicirter Weise gewunden. Der in die Leibeshöhle hineinragende Theil der Nephridien der Annulaten ist äusserlich von einer Fortsetzung des Peritonealendothels überzogen.

Fig. 160.

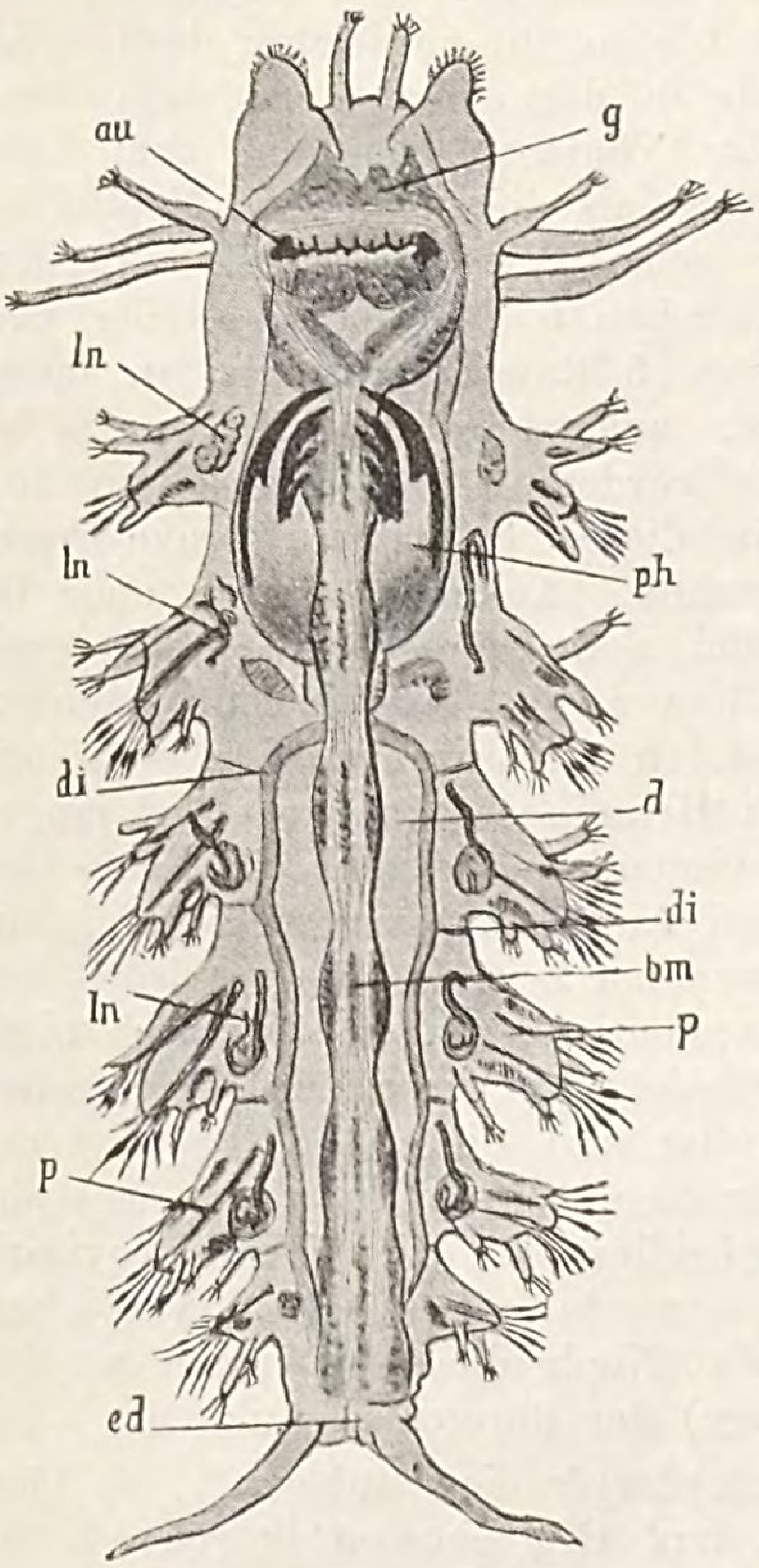


Fig. 161.

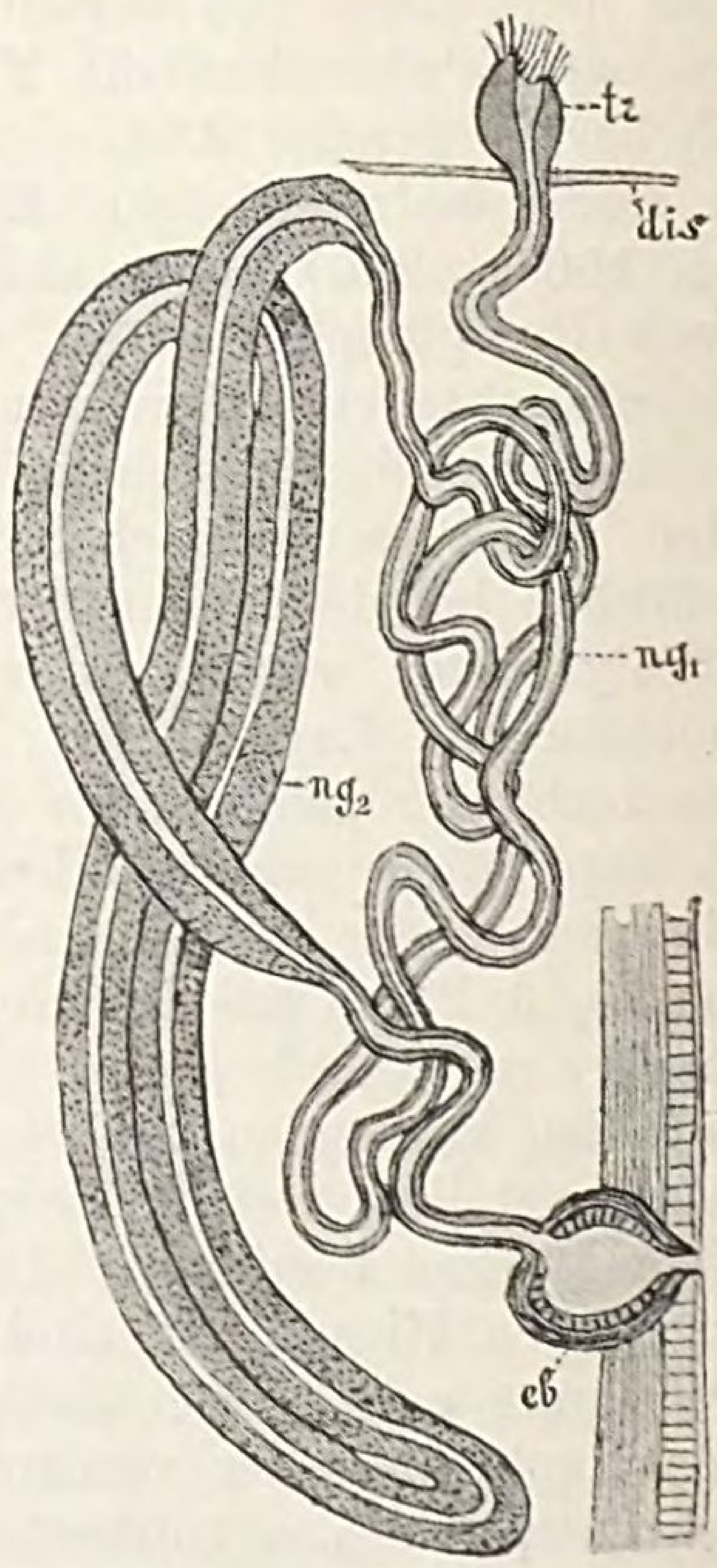


Fig. 160. **Organisationsbild eines sehr jungen Exemplares von Nereis cultrifera** (nach Eduard Meyer). *g* Gehirn, *au* Augen, *ln* larvale Rumpfnephridien, *ph* Pharynx mit Kiefern, *di* Dissepimente, *d* Darm, *bm* Bauchmark, *ed* Enddarm, *p* Parapodien mit Cirren und Borsten. Am Kopftheil die Tentakel und Fühlercirren.

Fig. 161. **Nephridium eines Oligochaeten,** schematisch. *tr* Trichter, *dis* Dissepiment, ng_2 drüsiger, ng_1 nicht-drüsiger Theil des Nephridialganges, *eb* Endblase, *lw* Leibeswand. (Zum Theil nach Vejdovský.)

Bei den Hirudineen fehlen die bleibenden Nephridien in einer Anzahl vorderster und hinterster Segmente. Im übrigen Körper finden sie sich in streng segmentaler Anordnung zu je einem Paar in jedem Segment (vergl. Fig. 155,

p. 233). Die Lage der Trichter im Körper ist eine sehr verschiedene; sie liegen entweder im ventralen Blutsinus (Clepsine), oder in den Sinussen, in denen die Hoden liegen (Hirudo, Aulostoma), oder in andern Bluträumen des Körpers. Der Nephridialkanal macht vielfache Windungen und Schlingen, die dicht aneinandergelagert und deren Zusammenhang und Verlauf äusserst schwer zu erkennen sind. Schliesslich mündet er entweder direkt ohne Endanschwellung nach aussen (Clepsine), oder er öffnet sich in eine von Epithel ausgekleidete Blase, welche selbst wieder durch einen Porus nach aussen mündet. Der auf den Trichter folgende Theil des Nephridialkanals ist dadurch ausgezeichnet, dass in sein intracelluläres Hauptlumen feinere, verästelte und häufig anastomosirende Kanälchen einmünden. Man drückt sich so aus, dass die Zellen dieses Theiles verästelt durchbohrt seien. Bei Hirudo ist der Trichter gegen den Blutraum, in dem er liegt, abgeschlossen.

Sehr abweichend sind die Nephridien bei den Gattungen Pontobdella, Branchellion und Piscicola, wo sie in jedem Segment ein complicirtes Netzwerk von stets intracellulären Kanälen bilden, das mit 2 Oeffnungen nach aussen, mit 2 Trichtern in die Bluträume des Körpers einmündet.

Die bleibenden Nephridien der Oligochaeten zeigen (Fig. 161) grosse Uebereinstimmung mit denen der Hirudineen. Der Trichter eines Nephridiums ragt an der Vorderwand eines jeden Dissepimentes in die vor dem Dissepiment liegende Leibeshöhle hinein. Vom Trichter ausgehend, durchbohrt der überall intracelluläre Nephridialkanal zunächst das Dissepiment, bildet in der Leibeshöhle des hinter dem Septum liegenden Segmentes einfachere oder complicirtere Schlingen, an denen man häufig verschiedene Abschnitte unterscheiden kann, und mündet schliesslich durch ein Endstück in eine sich nach aussen öffnende, oft mit muskulöser Wandung versehene Endblase aus. Trichter und äussere Mündung eines Nephridiums liegen also immer in zwei verschiedenen Segmenten; die beiden äussern Mündungen eines Nephridienpaares liegen in demselben Segment, wie die inneren Trichter des nächsthintern Nephridiumpaares. Diese Lage der innern und äussern Oeffnungen der Nephridien in 2 aufeinanderfolgenden Segmenten erhält sich auch da, wo der Nephridialkanal selbst, wie dies bei Phreatothrix in den mittleren Körpersegmenten der Fall ist, unter Durchbrechung mehrerer Dissepimente vom Wimpertrichter aus mehrere Segmente hindurch nach hinten verläuft, um dann unter Bildung einer Schlinge wieder nach vorn umzubiegen. Den Nephridien der Chaetogastriden fehlen die Wimpertrichter. Bei ihnen münden, ähnlich wie bei den Hirudineen, in das centrale Lumen des Nephridialkanales zahlreiche verästelte und anastomosirende feine, intracelluläre Kanälchen. — Bei einer Species der Lumbricidengattung Acanthodrilus kommen in jedem Segment (auch in den Geschlechtssegmenten) typisch 4 Paar Nephridien vor. Aehnlich sollen sich die Nephridien in den vordern Segmenten von Perichaeta mirabilis verhalten.

Die bleibenden Nephridien der Polychaeten sind Schläuche mit zelliger Wandung; ihr oft flimmernder Centralkanal ist also, im Gegensatz zu demjenigen der Oligochaeten und Hirudineen, intercellulär. Fast immer ist der Nephridialschlauch so geknickt, dass man an demselben zwei Schenkel unterscheiden kann, einen centripetalen, an dessen innerem Ende der meist weit offene, mit Flimmerhaaren besetzte Trichter liegt, und ein centrifugaler, der unter Durchbrechung der Leibeswand nach aussen mündet. Die Nephridien liegen in den früher schon geschilderten Nephridial- oder Nierenkammern der Leibeshöhle, und zwar können sie, und das scheint das häufigere Vorkommen zu sein, in einem Segmente liegen, oder es kann jedes Nephridien-

paar, wie bei den Oligochaeten, zwei aufeinanderfolgenden Segmenten angehören.

Wenn es auch zahlreiche Polychaeten giebt, bei denen die Nephridienpaare sich mit grosser Einförmigkeit und in streng segmentaler Anordnung durch den grössten Theil des Körpers wiederholen, so giebt es doch wiederum sehr zahlreiche Gruppen, in welchen sehr starke Abweichungen von diesem Verhalten sich constatiren lassen. Ich will nur die allerwichtigsten Abweichungen erwähnen.

Bei den Capitelliden kommen bleibende Nephridien im Allgemeinen nur in der Abdominalregion vor, und zwar entweder im grössten Theil derselben, oder nur im vordern Theile, oder nur im hintern Theile. Sie sind entweder zu je einem Paar in einem Segmente vorhanden, oder sie finden sich (Capitella) zu mehreren, bis zu 6 Paaren in jedem Segmente. Bei den meisten Capitelliden sind zahlreiche oder wenig zahlreiche Nephridienpaare zu den weiter unten zu besprechenden Genitalschläuchen umgewandelt, und zwar sind es immer vordere Nephridienpaare, die eine solche Umwandlung erleiden. — Die bleibenden Nephridien von Capitella zeichnen sich dadurch aus, dass sie in der Regel mehr als einen Trichter besitzen.

Bei den Terebelloiden kommen die Nephridien nur in der Thorakalregion, vor und zwar in streng segmentaler Anordnung. In der Thorakalregion fehlen die Dissepimente bis auf ein stark entwickeltes Diaphragma, welches die Leibeshöhle der Thorakalregion in einen vordern und in einen hintern Thorakalraum theilt. Die Nephridien des vordern Thorakalraumes fungiren als Exkretionsorgane, die des hintern haben die Aufgabe übernommen, die Geschlechtsprodukte nach aussen zu leiten. Bei Lanice conchilega zeigt sich ein sehr auffallendes Verhalten der Nephridien. Die drei Nephridienpaare des vordern Thorakalraums münden nämlich nicht direkt nach aussen, sondern die drei Nephridien jeder Seite münden in einen kurzen Nephridialgang, der mit einer einzigen Oeffnung nach aussen mündet. In ähnlicher Weise münden auch die 4 Nephridien des hintern Thorakalraums jederseits in einen longitudinalen Nephridialgang, der aber nicht mit einer einzigen Oeffnung, sondern mit 4 Ausführungsgängen nach aussen mündet. Man kann hier sagen, dass die 4 Nephridien jederseits durch einen Längskanal verbunden sind.

Am Körper der Cirratuliden, Serpulaceen und Hermellen (Fig. 147, p. 220) kann man eine vordere sterile und eine hintere geschlechtliche Région unterscheiden, in welch letzterer die Geschlechtsprodukte zur Entwickelung gelangen. In der vordern sterilen Region, die aus einer verschiedenen Anzahl von Segmenten besteht, kommt nur ein Paar von Nephridien vor. Nur dieses Paar hat eine exkretorische Funktion. Es ist langgestreckt und durchzieht mehrere vordere Segmente. Bei Cirratuliden mündet es mit getrennten Oeffnungen ventralwärts im dritten Segment nach aussen, bei den Serpulaceen und Hermellen aber vereinigen sich die beiden Nephridialschläuche vorn zu einem unpaaren Ausführungsgang, der in der Nähe des vordersten Körperendes in der dorsalen Mittellinie nach aussen mündet. In der Geschlechtsregion der Cirratuliden, Serpulaceen und Hermellen wiederholen sich die Nephridien in streng segmentaler Anordnung und dienen als Genitalschläuche zur Ausführung der Geschlechtsprodukte.

Bei Sternaspis werden als Nephridien zwei im 5. und 6. Segmente liegende gelappte, braune Körper gedeutet, die weder ein Lumen noch eine innere Mündung besitzen und zwischen dem 6. und 7. Segment in die Haut münden.

Bei den Echiuriden (Fig. 137, p. 206) kommen zweierlei Arten von Organen vor, die als Nephridien aufgefasst worden sind, nämlich erstens die sogenannten Segmentalorgane und zweitens die Analschläuche. Die Segmentalorgane haben ganz den Bau der bleibenden Polychaeten-Nephridien und an ihrer Homologie mit denselben ist wohl kaum zu zweifeln. Sie kommen entweder in 2 Paaren (Echiurus) oder zu 3 Paaren (Thalassema) oder unpaar in der Einzahl (Bonellia) vor und, besitzen wohl entwickelte innere Trichter. Ihre äussern Oeffnungen liegen hinter den vordern Hakenborsten. Ihre Hauptfunktion ist die der Ausführung der Geschlechtsprodukte aus der Leibeshöhle. Als Analschläuche werden zwei lange Schläuche bezeichnet, die einerseits in den Enddarm münden, anderseits durch zahlreiche wimpernde Trichteröffnungen, von denen immer eine terminal liegt, mit der Leibeshöhle in offener Communikation stehen. Diesen Analschläuchen wird eine exkretorische Funktion zugeschrieben. Ob sie ein hinteres Paar modificirter Nephridien darstellen, lässt sich bis jetzt noch nicht entscheiden. Die Thatsache, dass sie mit zahlreichen Trichteröffnungen ausgestattet sind, dürfte einer solchen Auffassung nicht im Wege stehen, da typische bleibende Nephridien bei Polychaeten (Capitella) und Oligochaeten (Anachaeta) mit accessorischen Trichtern ausgestattet sein können.

Organe, die mit Sicherheit als Nephridien gedeutet werden könnten, sind bis jetzt bei Myzostomiden nicht beobachtet worden.

Die Frage nach den morphologischen Beziehungen zwischen den bleibenden Nephridien, den provisorischen Rumpfnephridien und den embryonalen Kopfnephridien ist noch ungelöst. Sie hängt innig zusammen mit der Frage nach der Bedeutung der Segmentation des Annulatenkörpers und mit der Frage nach der morphologischen Bedeutung der Leibeshöhle und des Mesoderms. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die bleibenden segmental angeordneten Nephridien bei allen Annulaten einander homolog sind. Der histologische Unterschied, der zwischen den Nephridien der Hirudineen und Oligochaeten einerseits und denjenigen der Polychaeten anderseits darin besteht, dass bei den erstern die Nephridien durchbohrte Zellreihen, bei den letztern Schläuche mit epithelialer Wandung sind, würde demnach unwesentlich sein, ebenso das Fehlen oder Vorhandensein von Verästelungen, das Fehlen oder Vorhandensein innerer Mündungen. — Es ist ferner wahrscheinlich, dass die provisorischen Rumpfnephridien den bleibenden morphologisch gleichwerthig sind. Sie unterscheiden sich von den letztern nur dadurch, dass sie früher auftreten und in dem Maasse verschwinden, als die bleibenden auftreten und in Funktion treten. — Für die Homologie zwischen provisorischen Rumpfnephridien und bleibenden Nephridien spricht der Umstand, dass bis jetzt kein Fall bekannt ist, wo in den nämlichen Segmenten, in welchen provisorische Nephridien auftreten und später verschwinden, später bleibende Nephridien zur Entwickelung gelangen. Eine Ausnahme bildet Capitella, wo im 10. und 11. Segment sich wohl provisorische als bleibende Nephridien entwickeln, diese Ausnahme ist aber nur eine scheinbare, denn wir haben gesehen, dass bei dieser Form die bleibenden Nephridien in mehreren Paaren in einem Segment vorkommen. — Ich halte es für wahrscheinlich, dass auch die embryonalen Kopfnephridien den Rumpfnephridien (provisorischen und bleibenden) homolog sind. Der gesammte Nephridialapparat wäre demnach folgendermaassen zu beurtheilen. Ursprünglich kommt jedem Segment des segmentirten Annulatenkörpers, auch dem Kopfsegment, ein Nephridienpaar zu. Alle Nephridienpaare sind

einander segmental homolog. Die Larve oder der Embryo der heutigen Annulaten besteht aus dem embryonalen Kopfsegment und der embryonalen, noch ungegliederten Anlage des gesammten gegliederten Rumpfes. Die Differenzirung des gegliederten Rumpfes geschieht von vorne nach hinten, das erste und älteste Segment, das sich zuerst differenzirt, ist nächst dem Kopfsegment das erste Rumpfsegment, dann folgt das zweite Rumpfsegment u. s. w. Dem entsprechend tritt zuerst das Nephridienpaar des Kopfsegmentes auf (embryonale Kopfniere), dann die Nephridienpaare der vordersten Rumpfsegmente, von denen mehrere in dem Maasse wieder degeneriren können (provisorische Rumpfnephridien), als sich hinter ihnen neue Nephridien, die bleibenden Rumpfnephridien, anlegen. — Der Grund, weshalb die Kopfnephridien und provisorischen Nephridien im Laufe der Entwickelung zu Grunde gehen, ist vielleicht darin zu suchen, dass die vordersten Körpersegmente beim erwachsenen Thiere mit anderweitigen Organen (Pharynx, Gehirn u. s. w.) überladen sind. Ausserdem zeigen im ganzen Thierreich Organe, welche sehr frühzeitig zur Entwickelung gelangen und schon während des Larven- oder Embryonallebens funktioniren, die Tendenz, frühzeitig zu degeneriren, als ob sie frühzeitig abgebraucht würden. Wir sehen ferner, dass bei Oligochaeten (mit Ausnahme der Lumbriciden) die Nephridien auch in den Genitalsegmenten dann degeneriren, wenn die verschiedenen Geschlechtsorgane zur Ausbildung gelangen.

Die Nephridien als Exkretionsorgane. Die ursprüngliche und die allgemeinste Funktion der Nephridien ist eine exkretorische. Die Ausleitung der Exkretionsprodukte geschieht in doppelter Weise. Einmal können die Nephridien die Exkretionsprodukte durch den offenen Trichter direkt aus der Leibesflüssigkeit oder dem Blute aufnehmen, und ein ander Mal können sich die Exkretionsprodukte in den Wandungen der Nephridien selbst ansammeln und von da in den Nephridialhohlraum gelangen. Oft umspinnt ein reiches Blutgefässnetz die Nephridien und giebt die im Blute enthaltenen Exkretionsstoffe an die Nephridialwandungen ab.

Die Nephridien als Leitungswege der Geschlechtsprodukte. Dadurch, dass durch die Nephridien eine offene Communikation zwischen der Leibeshöhle und der Aussenwelt vermittelt wird, ist den in der Leibesflüssigkeit flottirenden Geschlechtsprodukten die Gelegenheit geboten, sich diesen Weg zu wählen, um nach aussen zu gelangen. Bei den Polychaeten dienen in der That die Nephridien zugleich auch als Samen- und Eileiter. Im einfachsten Falle bedingt diese neue Funktion keine erheblichen Veränderungen in Form und Struktur der Nephridien. Höchstens dass die Trichter zur Zeit der Geschlechtsreife sich vergrössern. Vielfach aber übernimmt ein Theil der Nephridien fast oder ganz ausschliesslich die Funktion von Ei- und Samenleitern. Ihr Trichter ist dann auffallend vergrössert, während der (exkretorische) Nephridialkanal zugleich sich verkleinert und vereinfacht. Tief eingreifend sind aber die Veränderungen, welche ein Theil der Nephridien bei den Capitelliden erleiden. Der Trichter vergrössert sich ungeheuer und setzt sich durch einen neu entstehenden Kanal, der die Leibeswand durchbricht und durch einen Genitalporus nach aussen mündet, mit der Aussenwelt in Verbindung, während zugleich der Nephridialkanal verkümmert und ganz verschwinden kann.

So entstehen die sogenannten Genitalschläuche, sie fungiren als Leitungswege der Geschlechtsprodukte und als Copulationsorgane. — Auch die Samen- und Eileiter der Oligochaeten sind schon seit langer Zeit als modificirte Nephridien betrachtet worden und es ist nicht zu leugnen, dass sie sowohl in ihrem Bau und ihrer Zusammensetzung (Trichter, Kanal oder Gang und Endblase) als in ihrer Entwickelung grosse Uebereinstimmung mit Nephridien zeigen. Immerhin aber ist die Thatsache auffallend, dass bei den Oligochaeten, wo die Nephridien in streng segmentaler Anordnung (je ein Paar in einem Segmente) vorkommen, auch in den Geschlechtssegmenten neben den Samenleitern und Ovidukten Nephridien vorkommen, und zwar entweder bleibende (Lumbriciden) oder provisorische (übrige Oligochaeten). Bei Acanthodrilus, wo in jedem Segment typisch 4 Paar Nephridien vorkommen, finden sich auch in den Geschlechtssegmenten 4 Paare. Das sind unverkennbare Schwierigkeiten, die sich der Homologisirung der Ei- und Samenleiter der Oligochaeten mit Nephridien entgegenstellen. — Die Leitungswege der Geschlechtsprodukte der Hirudineen und Myzostomiden lassen sich bis jetzt jedenfalls nicht als modificirte Nephridien auffassen.

Der phylogenetische Ursprung des Nephridialsystems der Annulaten ist noch ganz unsicher. Drei verschiedene Ansichten sind zu erwähnen. Nach der einen entspricht das ganze Nephridialsystem der Annulaten dem Wassergefässsystem der Plathelminthen und dem Exkretionssystem der Nemertinen, welche (bei Tricladen und gewissen Nemertinen) schon eine mehr oder weniger deutliche Segmentirung dadurch zeigen, dass die Ausführungsgänge sich segmental wiederholen. Während aber bei allen Plathelminthen und Nemertinen den ganzen Körper oder den Vorderkörper durchziehende Längskanäle vorhanden sind, die allerdings durch mehrere deutlich oder undeutlich paarige und segmental angeordnete Ausführungsgänge nach aussen münden können, legen sich die Nephridien bei allen Annulaten getrennt an und bleiben mit ganz vereinzelten Ausnahmen (Lanice) zeitlebens von einander getrennt. Während das Wassergefässsystem der Plathelminthen ausgesprochen verästelt ist, tritt diese Verästelung schon bei Nemertinen zurück und fehlt bei den Annulaten (Oligochaeten, Polychaeten) meist ganz. Das liesse sich so erklären, dass bei den parenchymatösen Plathelminthen die Exkretionsorgane genöthigt sind, die Exkretionsprodukte überall im Körper aufzusuchen, während mit der Ausbildung eines Blutgefässsystems und einer Leibeshöhle Sammelräume gegeben sind, aus denen die Nephridien die Exkretionsprodukte direkt schöpfen können. Der Nephridialtrichter der Annulaten, welcher ontogenetisch aus einer von der Anlage der übrigen Theile der Nephridien gesonderten Anlage hervorgeht, würde dann eine neue Einrichtung, ein Sammelapparat sein, geeignet, die Exkretionsstoffe aus den Bluträumen oder der Leibeshöhle aufzunehmen und durch die Nephridialkanäle nach aussen zu entleeren. Nach einer zweiten Ansicht würde nur die embryonale Kopfniere der Annulaten dem Wassergefässsystem der Plathelminthen entsprechen, mit dem sie allerdings oft eine grosse strukturelle Uebereinstimmung zeigt. Eine dritte Vermuthung geht dahin, dass die Kopfniere der Chaetopoden und die embryonalen Nieren der Hirudineen den Exkretionsorganen der Nemertinen entsprechen, während die bleibenden Nephridien aus den Ausführungsgängen der Ovarien und Hoden der Nemertinen hervorgegangen sein könnten. Dieser letztern Vermuthung lässt sich entgegenhalten, dass

alle neueren Untersuchungen übereinstimmend zu dem Resultate geführt haben, dass die ursprüngliche Funktion der Annulatennephridien eine exkretorische ist und dass erst sekundär ein Theil der Nephridien die Aufgabe der Ausleitung der Geschlechtsprodukte übernimmt.

Prosopygier. Die Zahl der Nephridien ist in dieser Klasse durchweg eine sehr geringe, nie kommen mehr als zwei Paare vor. Bei den Sipunculiden (Fig. 138, p. 206) existiren zwei grosse, schlauchförmige Nephridien vom Habitus der bleibenden Nephridien der Polychaeten, speciell der Echiuriden. Sie münden seitlich an der Grenze zwischen Rüssel und Rumpf (in der Nähe des Afters) nach aussen. Seltener (Phascolion) kommt nur ein Nephridium vor. Die Nephridien dienen als Leitungswege der Geschlechtsprodukte und haben daneben wohl noch exkretorische Funktionen. Bei Sipunculus sind in den Enddarm mündende Analschläuche beobachtet worden, welche vielleicht den Analschläuchen der Echiuriden und Priapuliden homolog sind. Den Priapuliden kommen nur zwei neben dem After mündende, reich verästelte Analschläuche zu. An den blinden Enden der Verästelungen derselben finden sich ganz ähnliche Endzellen mit langem in die Kanälchen hineinragendem Flimmerhaare, wie sie für das Wassergefässsystem der Plathelminthen und theilweise für die embryonalen Kopfnieren und provisorischen Rumpfnieren von Annulaten charakteristisch sind. Die Analschläuche der Priapuliden sollen in der Jugend als Exkretionsorgane, im Alter als Bildungsstätten

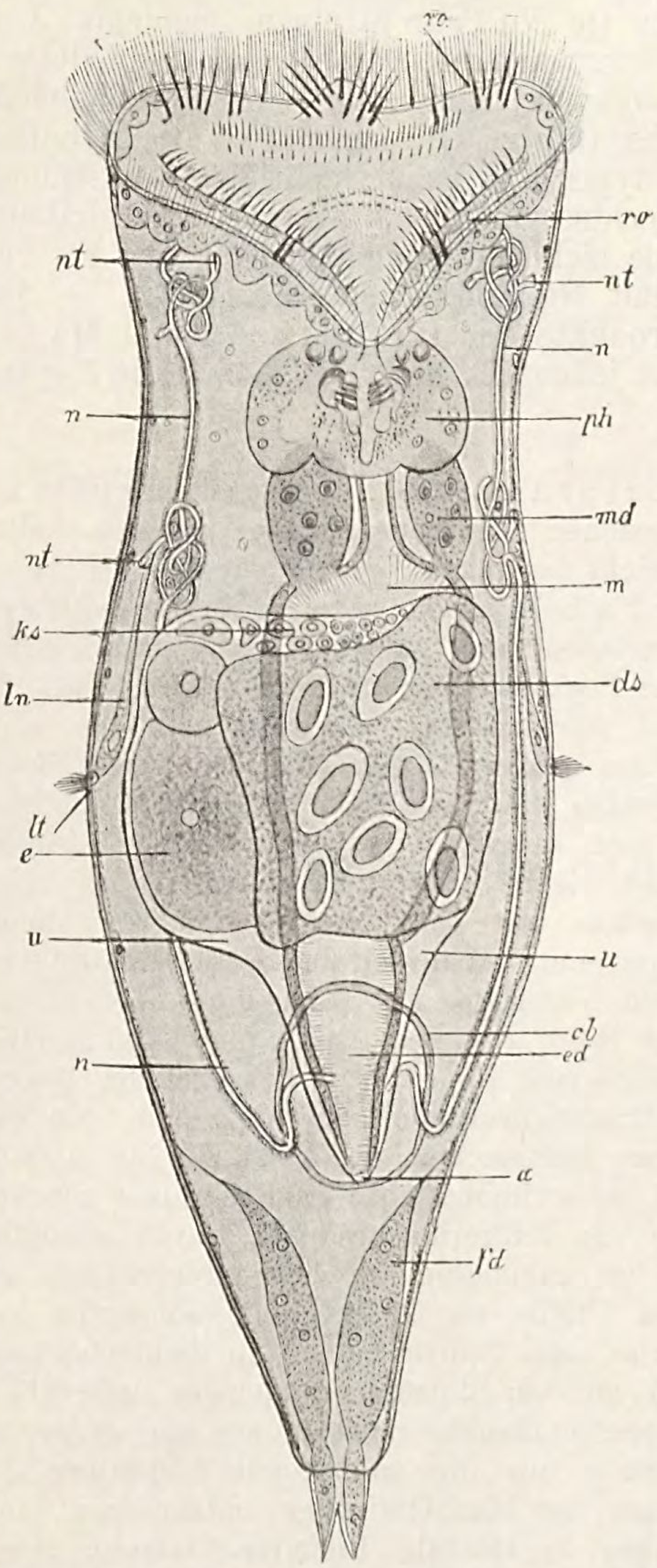


Fig. 162. **Organisation von Hydatina senta** (nach Plate). *ro* Räderorgan, *nt* Nephridialwimperzellen, *n* Nephridien, *ph* Pharynx, *md* Magendrüsen, *m* Magen, *ds* Dotterstock, *ks* Keimstock, *cb* Umrisse der contractilen Blase, *ed* Enddarm, *u* Uterus, *a* After, *fd* Kitt- oder Fussdrüse, *lt* Seitentaster, *ln* Nerv desselben, *e* vorgeschrittenes Ei.

und Leitungswege der Geschlechtsprodukte thätig sein. Phoronis besitzt ein Nephridienpaar, das mit zwei seitlichen Oeffnungen vorn nach aussen mündet und neben seiner exkretorischen Funktion auch die Ausleitung der Geschlechtsprodukte aus der Leibeshöhle besorgt. Unter den Bryozoen sind bis jetzt nur bei den Endoprocten Nephridien nachgewiesen. Es sind paarige Kanälchen vom Habitus der embryonalen Kopfnephridien der Annulaten, welche zwischen Mund und After in das sogenannte Vestibulum ausmünden. Die Brachiopoden (Fig. 150, p. 225) besitzen ein, seltener (Rhynchonella) zwei Paar Nephridien vom Habitus derjenigen bleibenden Nephridien, welche bei Polychaeten, Sipunculiden und Phoronis die Geschlechtsprodukte nach aussen entleeren. Sie münden rechts und links vom Munde in die Mantelhöhle aus.

Rotatorien und Dinophilus. Dinophilus gyrociliatus (Fig. 163) besitzt fünf Paar Nephridien, die eine auffallend grosse Uebereinstimmung mit den provisorischen Rumpfnephridien gewisser Polychaeten (Nereis cultrifera Fig. 160, p. 240) zeigen. Sie liegen hinter einander in der Rumpfregion in den äusserlich durch die Wimperringe angedeuteten und begrenzten Segmenten. Die Nephridien der Rotatorien (Fig. 162) bestehen aus zwei in der Längsrichtung neben dem Darm verlaufenden, geschlängelten und oft an bestimmten Stellen knäuelartig aufgewundenen Kanälen, die gewöhnlich unter Bildung einer contractilen Endblase in die Kloake einmünden. An den Längskanälen sitzen kurze Nebenzweige, deren Enden (Flimmerlappen, Zitterorgane) ganz ähnlich beschaffen zu sein scheinen wie die schon oft erwähnten Enden der Wassergefässe von Plathelminthen, der embryonalen Kopfnephridien von Annulaten u. s. w. Die Räderthiernephridien zeigen demnach in ihrem Aufbau eine grosse Uebereinstimmung mit dem Wassergefässsystem gewisser Plathelminthen (z. B. Distomiden) und mit den embryonalen Kopfnieren von Annulaten.

Die einzigen Organe, die sich bei Chaetognathen vielleicht als umgewandelte Nephridien deuten lassen, sind die Ovidukte und die Samenleiter, paarige Röhren, von denen die Ovidukte am hintern Ende des Rumpfsegmentes, die Samenleiter im Schwanzsegment mit ebenfalls paarigen seitlichen Oeffnungen nach aussen münden. Die Samenleiter sind mit trichterartigen, flimmernden innern Mündungen ausgestattet.

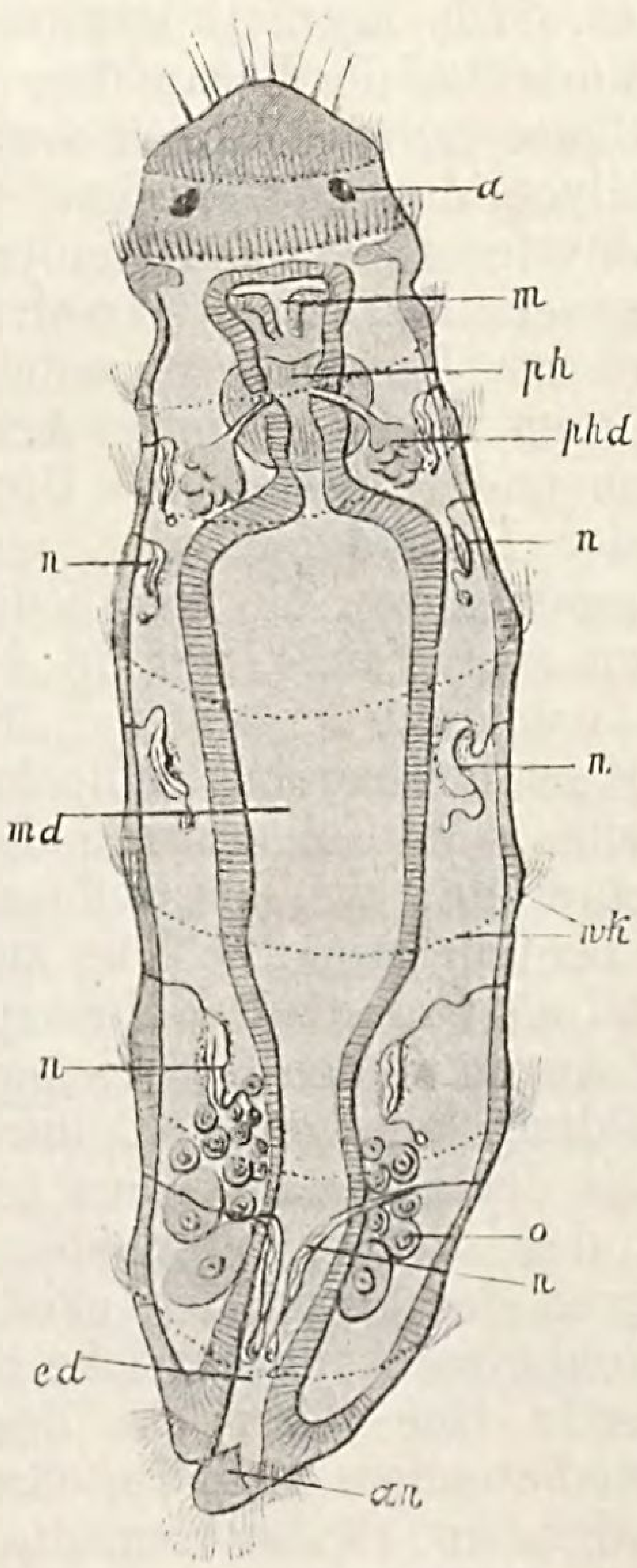


Fig. 163. **Organisation von Dinophilus gyrociliatus, Weibchen** (nach E. Meyer). *a* Auge, *m* Mund, *ph* Pharynx, *phd* Pharyngealdrüsen, *n* Nephridien, *md* Mitteldarm, *wk* Wimperringe, *o* Ovarium, *an* Anus, *ed* Enddarm.

X. Respirationsorgane.

Bei zahlreichen Würmern kommt es nicht zur Ausbildung specifischer Respirationsorgane. Die Athmung wird bei ihnen vermittelt erstens durch die Haut und zweitens oft auch durch die Darmwandungen. Die allgemeine Bewimperung des Körpers ist bei den Nemertinen der Wasserathmung sehr förderlich. Bei Hirudineen und vielen Oligochaeten wird die Hautathmung dadurch erleichtert, dass zahlreiche feine Blutgefässe bis in die Haut eindringen. Von specifischen Respirationsorganen kann man aber erst da sprechen, wo bestimmte Organe ausgebildet sind, deren ausschliessliche oder doch wichtigste Funktion die Athmnng ist. Unter den Hirudineen sehen wir bei Pontobdella die Hautcapillaren des Blutgefässsystems schon auf die Höcker und Papillen des Körpers localisirt, die man deshalb als Kiemenhöcker bezeichnen kann, und bei Branchellion trägt jeder Ring jederseits einen verästelten Anhang, in welchen Blutgefässe eintreten. Specifische Athmungsorgane fehlen den Oligochaeten und den Archianneliden. Unter den Oligochaeten soll nur die ungenügend bekannte Alma nilotica am hintern Körpertheil Kiemenanhänge besitzen. Die Polychaeten hingegen sind ziemlich allgemein mit Kiemen ausgestattet, welche gewöhnlich verästelte Anhänge der Parapodien (Fig. 124, p. 188, Fig, 159, p. 237) sind, sich aber in einigen Fällen von den Parapodien emancipiren und selbständig auf dem Rücken inseriren können. Die vergleichende Morphologie der Kiemen der Polychaeten ist noch nicht durchgearbeitet. Wir dürfen vielleicht vor der Hand zwei verschiedene Arten von Kiemen unterscheiden, erstens Lymphkiemen und zweitens Blutkiemen. Die L y m p h k i e m e n sind von den Parapodialcirren unabhängige Fortsätze der Parapodien (und zwar können sie an ventralen und dorsalen Parapodien zugleich vorkommen). Sie finden sich bei Capitelliden und Glyceriden und werden — in Ermangelung eines gesonderten Blutgefässsystems — von Hämolymphe führenden Fortsetzungen der Leibeshöhle versorgt. Die B l u t k i e m e n hingegen sind oft verästelte Anhänge der Parapodien, welche von Blutgefässen durchzogen werden. Man kann wieder zweierlei Arten von Blutkiemen unterscheiden: Rückenkiemen und Kopfkiemen. Die Rückenkiemen sind umgewandelte Cirren dorsaler Parapodien oder umgewandelte Seitensprosse solcher Cirren. Sie kommen wie die Parapodien selbst in segmentaler Anordnung vor, können aber häufig nur in bestimmten Leibesregionen (Kiemenregion) zur Ausbildung gelangen. Die Kopfkiemen hingegen, denen wir ganz besonders bei exquisit tubicolen Anneliden begegnen, sind umgewandelte Tentakel oder Fühlercirren des Kopfes und bilden jene im Leben schön ausgebreitete, aus der Oeffnung der Wohnröhre hervorragende Kiemen- oder Tentakelkrone, welche zugleich der Sitz eines feinen Gefühlssinnes ist und als Organ zur Nahrungszufuhr dient. Bei Sabelliden können sich sogar Augen an den Kopfkiemen entwickeln. Fast überall, wo Kiemen zur Ausbildung gelangen, ist durch eine Bewimperung oder durch Beweglichkeit derselben für einen beständigen Wechsel des respirablen Mediums, des sauerstoffführenden Wassers gesorgt. — In der Thorakalmembran der Serpuliden existirt ein reiches Gefässnetz und es kommt ihr wohl eine respiratorische Bedeutung zu. — Bei Sternaspis findet sich jederseits vom After ein Büschel fadenförmiger Kiemen. — Wir vermissen besondere Respirationsorgane bei den Myzostomiden, den Chaetognathen und Rotatorien, die auch eines Blutgefässsystems entbehren. Bei allen diesen Formen dürfte Hautathmung stattfinden, bei den Räder-

thieren erleichtert durch die Thätigkeit des Räderorganes. — Die Hautathmung ist bei Echiuriden vorwiegend auf den Kopflappen localisirt. Bei den Prosopygiern fungiren als Kiemen vornehmlich die den Mund umstellenden Tentakel oder (Brachiopoden) mit Cirren besetzte Mundarme, die entweder von Blutgefässen durchzogen werden (Phoronis, Brachiopoden?) oder in die sich kanal- oder gefässartige Fortsätze der Leibeshöhle begeben (Sipunculiden, Bryozoen). Bei den Brachiopoden kommt jedenfalls der Innenfläche des Mantels noch eine respiratorische Bedeutung zu. — Die Priapuliden unter den Sipunculaceen besitzen keine Mundtentakel, bei ihnen vermittelt die Haut die Athmung. Daneben darf aber gewiss bei Priapulus der tief gelappte Schwanzanhang, in den sich bei dem Fehlen eines Blutgefässsystems eine Fortsetzung der Leibeshöhle hinein erstreckt, als Athmungsorgan betrachtet werden.

In ähnlicher Weise, wie sich die Hautathmung auf bestimmte localisirte Stellen der Haut concentriren kann, an denen das Princip der Oberflächenvergrösserung und reichen Vascularisirung zur Geltung kommt, kann sich auch die Darmathmung localisiren. Der bei einigen Polychaeten und Sipunculaceen vorkommende Nebendarm soll nämlich einen respiratorischen Theil des Darmkanals darstellen. — Athmungsorgane fehlen bei den Nemathelminthen.

XI. Blutgefässsystem.

Kein Organsystem bietet bei den Würmern eine so grosse Variabilität, wie das Blutgefässsystem. Bald fehlt es, bald ist es hoch entwickelt. Wir wissen sogar, dass es bei gewissen Gruppen, deren nächste Verwandte ein Blutgefässsystem besitzen, fehlen kann. Und da wir in den verschiedensten Ordnungen der verschiedensten Klassen bald das Vorhandensein, bald das Fehlen eines Blutgefässsystems constatiren können, so ergiebt sich daraus der geringe morphologische Werth dieses Organsystems. Aber auch bei den mit einem Circulationsapparat ausgestatteten Würmern ist derselbe so verschiedenartig gebaut, dass ein allgemeinerer morphologischer Vergleich zur Zeit wenigstens unmöglich ist.

Nemertinen (Fig. 158, p. 235). Zum ersten Mal im Thierreich und bei den Würmern treffen wir bei den Schnurwürmern ein Blutgefässsystem. Bei den Palaeonemertinen (exd. Valenciniidae und Poliidae) besteht es aus 2 seitlichen Blutgefässstämmen, welche hinten über dem Darm in einander übergehen und vorn in ein Lacunensystem einmünden, das ebenfalls eine Communikation herstellt. Bei den Schizonemertinen (incl. Poliidae und Valenciniidae) existiren 3 Längsgefässe, 2 seitliche und ein medio-dorsales, das über dem Darm, in der Rüsselregion zwischen dem Rüssel und dem Darm liegt. Die drei Gefässe werden vorn lacunär und communiciren vorn mit einander oberhalb und unterhalb der Rüsselscheide. Im übrigen Körper stehen sie durch Quergefässe mit einander in Verbindung. Aehnlich verhalten sich die Hoplonemertinen, nur dass hier ein Lacunensystem fehlt und das Gefässsystem vollständig geschlossen ist. Das Blut ist farblos oder enthält rothe Blutkörperchen. Die Gefässe sind von Endothel ausgekleidet und besitzen bisweilen eine muskulöse Wandung.

Nemathelminthen. Die Nematoden besitzen keine Gefässe. Bei den Acanthocephalen verbreitet sich in der gesammten Sub-

cuticula ein eigenthümliches Kanalnetz, dessen morphologische wie physiologische Bedeutung noch wenig aufgeklärt ist. Das System von Kanälen, welche einfache wandungslose Hohlräume in der sehr verdickten Subcuticula darstellen, besteht aus zwei vollkommen von einander getrennten Theilen, 1. dem Kanalsystem des Rumpfes und 2. dem Kanalsystem des Halses, des Rüssels und der Lemniscen. Im Kanalsystem des Rumpfes treten 2 Längsstämme, die entweder lateral, oder dorsal und ventral verlaufen, besonders deutlich hervor.

Das Kanalsystem des Halses, des Kopfes und der Lemniscen mündet in einen an der Basis des Halses gelegenen Ringkanal ein. Die Lemniscen (Fig. 173, p. 260 *l*) sind zwei von der Basis des Halses in die Leibeshöhle hineinragende, gewöhnlich braun gefärbte Schläuche, welche Fortsätze oder Anhänge der Subcuticula des Halses darstellen. In jeden Lemniskus tritt vom Ringkanal ein Kanal ein, der sich gleich nach seinem Eintritt in zwei Aeste spaltet, welche den Lemniskus der Länge nach durchziehen. Daneben kommen in den Lemniscen noch engere Kanäle vor.

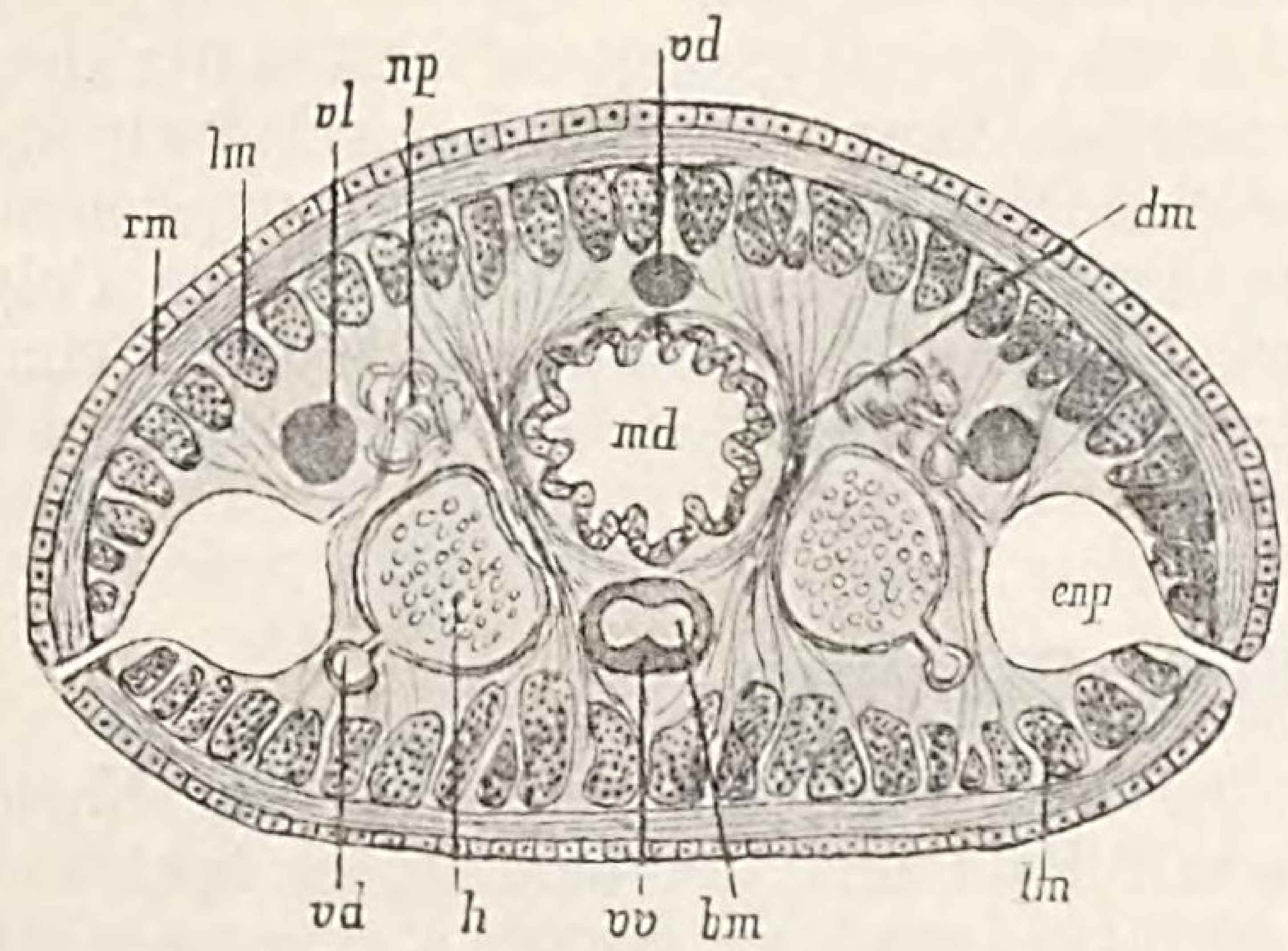


Fig. 164. **Querschnitt durch einen Blutegel,** schematisch. *rm* Ringmuskulatur, *lm* Längsmuskelschicht, *vl* Seitengefässe, *np* Schleifenkanäle (Nephridien), *vd* Rückengefäss, *dm* dorsoventrale Muskulatur, *enp* Endblase des Nephridium, *bm* Bauchmark, *vv* Bauchgefäss, *h* Hoden, *vd* vas deferens, *md* Mitteldarm.

Annulaten. Scharfe und durchgreifende Unterschiede im Blutgefässsystem trennen die Hirudineen von den Chaetopoden. Bei den Myzostomiden fehlen Blutgefässe gänzlich. Hirudineen. Schon bei Besprechung der Leibeshöhle habe ich auf die Schwierigkeit der Unterscheidung der Leibeshöhle von dem Blutgefässsystem aufmerksam gemacht. Beide Systeme von Hohlräumen stehen mit einander derart in Verbindung, dass es schwer fällt, sie von einander zu trennen. Es ist übrigens nicht sicher, dass wir es mit zwei ursprünglich getrennten Systemen zu thun haben, und es erscheint vor der Hand noch angezeigt, das ganze System im Zusammenhang zu betrachten. Fast allgemein kommen 4 Längsgefässe vor (Fig. 164), ein dorsales, welches über dem Darm liegt, ein ventrales, in welchem das Bauchmark liegt, und zwei in vielen Fällen pulsirende Seitengefässe. Von diesen 4 Gefässen lässt sich das ventrale (Bauchsinus) am ehesten als der Haupttheil einer reducirten Leibeshöhle auffassen. Das Rückengefäss fehlt bei Nephelis und einigen Landblutegeln. Die Längsgefässe stehen vornehmlich am vordern und hintern Leibesende durch feine Gefässverzweigungen in Zusammenhang. Ein solcher Zusammenhang kommt auch im übrigen Körper in verschiedener Weise zu Stande. Das periphere Gefässsystem besteht hauptsächlich aus 2 wohl entwickelten Systemen von verästelten und häufig anastomosirenden Capillaren, von denen das eine in der Haut liegt und bis in

das Körperepithel eindringt, das andere sich am Darm ausbreitet. Auch die Exkretionsorgane und die Geschlechtsorgane werden reichlich mit Blutgefässen versorgt. Bei Nephelis (Fig. 165) und Landblutegeln finden sich in Verbindung mit den Anastomosen zwischen Seitengefässen und Bauchgefäss Ampullen oder Blutbläschen in segmentaler Anordnung, und zwar jederseits je eine (Landblutegel) oder zwei zusammen (Nephelis). Bei Branchellion findet sich jederseits an der Basis jeder dritten Kieme ein blasenartig erweiterter Blutraum. Ueberall enthält das Blut farblose amöboide Blutkörperchen, daneben oft noch freie Kerne. Bei den Gnathobdelliden ist das Blut roth. Das Hämoglobin findet sich im gelösten Zustande im Blutplasma selbst.

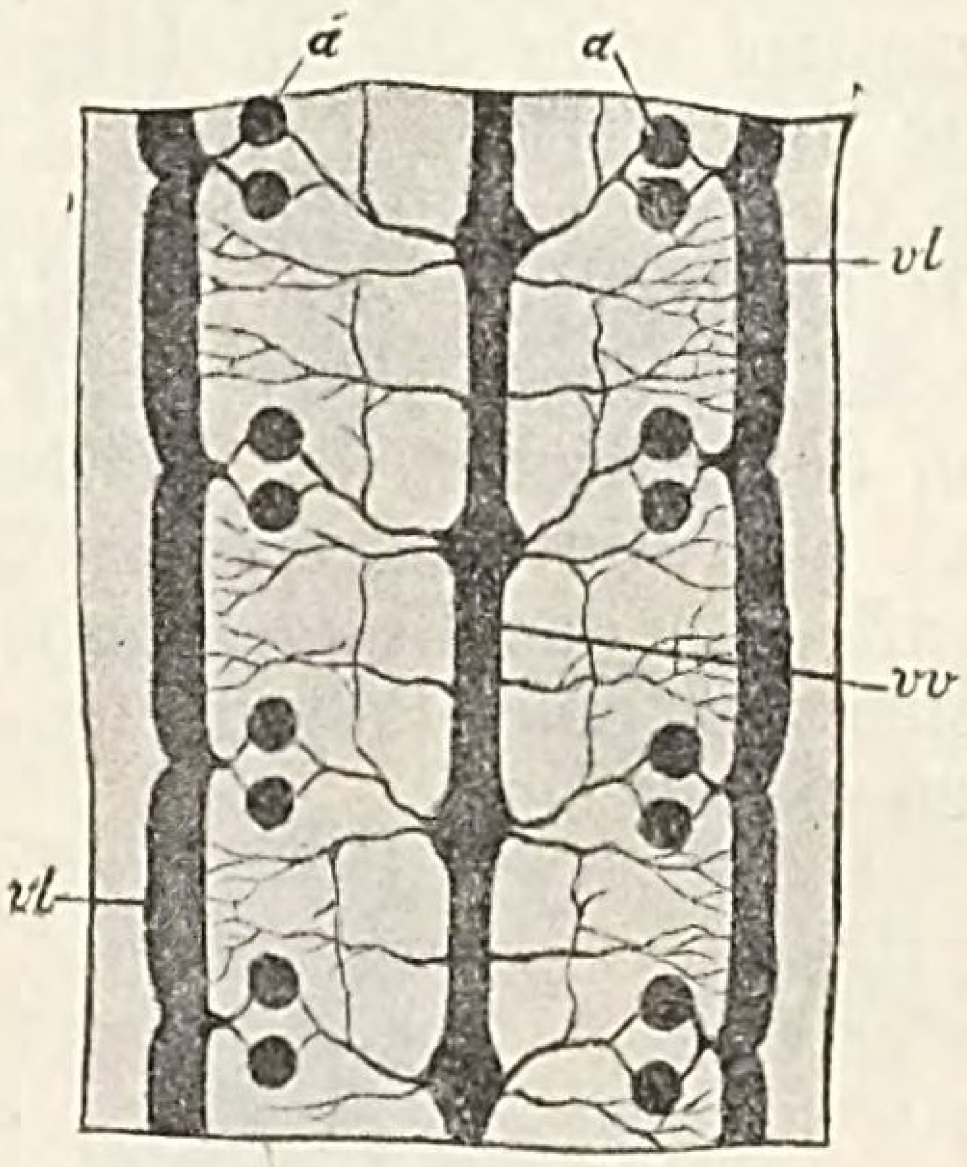
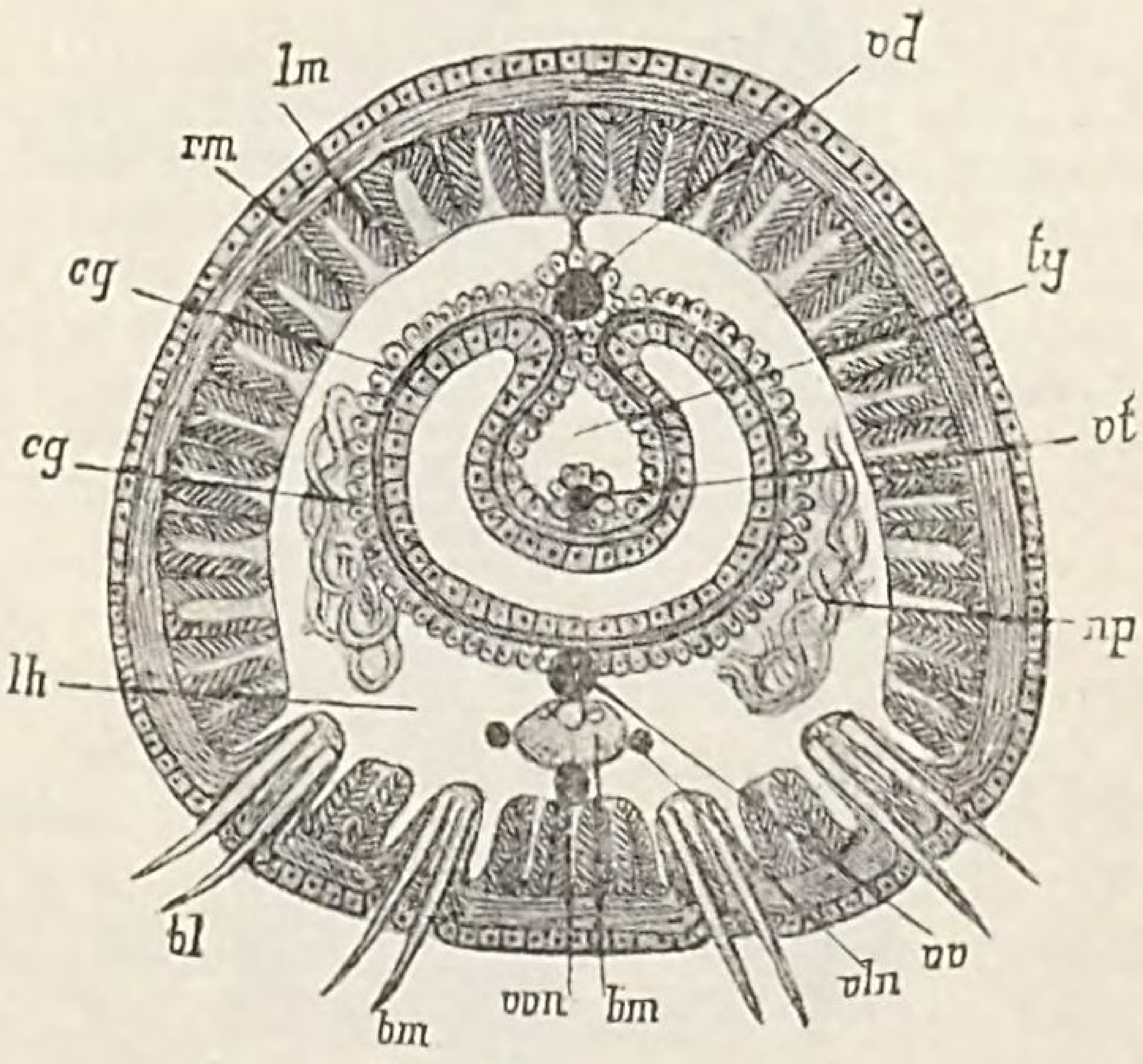


Fig. 165. **Gefässsystem in 4 mittleren Leibessegmenten von Nephelis** (nach JAQUET). *vv* Bauchgefäss, *vl* Seitengefässe, *a* Ampullen.

Durch das Vorhandensein eines dorsalen und von zwei seitlichen Gefässen erinnert das Blutgefässsystem der Hirudineen an das der Nemertinen. Auch in dem Vorhandensein von Blutsinussen lässt sich eine Uebereinstimmung erkennen.

Das Gefässsystem der Chaetopoden ist von demjenigen der Hirudineen auffallend verschieden. Es ist von der Leibeshöhle vollständig abgeschlossen. Die beiden Seitengefässe der Hirudineen fehlen. Die wichtigsten und constantesten Theile des Circulationsapparates der Chaetopoden sind 1. ein medio-dorsales Längsgefäss und 2. ein

Fig. 166. **Querschnitt durch einen Lumbriciden**, schematisirt *lh* Leibeshöhle, *cg* Chloragogenzellen, *rm* Ringmuskulatur, *lm* Längsmuskulatur, *vd* Rückengefäss, *ty* Typhlosolis, *vt* Typhlosolisgefäss, *np* Nephridien, *vv* Bauchgefäss, *vln* Seitengefässe des Bauchmarks, *bm* Bauchmark mit den Neurochordröhren, *vvn* Subneuralgefäss, *bm* 2 Borsten der ventralen, *bl* der lateralen Borstenreihe.



medio-ventrales Längsgefäss (Fig. 166). Das erstere ist meist contractil, in ihm strömt das Blut von hinten nach vorn; es liegt über dem Darm, bald mehr diesem, bald mehr der Leibeswand anliegend. Das letztere ist nicht contractil, in ihm strömt das Blut von vorne nach hinten. Es liegt unter dem Darme und über dem Bauchmark, bald mehr diesem,

bald mehr jenem genähert, in der Leibeshöhle. — Im Einzelnen herrscht eine ausserordentlich grosse Verschiedenartigkeit in der Anordnung, Ausbildung und im Verlauf der Gefässe, die eine kurze zusammenfassende Darstellung unmöglich macht. In einem sehr einfachen Falle theilt sich das Bauchgefäss am Vorderende des Körpers in 2 Aeste, welche den Vorderdarm umfassend in das Vorderende des Rückengefässes einmünden. Ausserdem steht das Rückengefäss mit dem Bauchgefäss in jedem Segmente durch seitliche Gefässschlingen in Verbindung, von welchen vor allem Gefässe an die Leibeswand abgehen. In das Rückengefäss münden ferner Gefässe, die aus einem den Darm umspinnenden Gefässnetz entspringen, welches in manchen Fällen durch einen Blutsinus ersetzt werden kann, der zwischen der Epithelwand und der Muskelwand des Darmes liegt. Das Blut der meisten Chaetopoden enthält rothe Blutkörperchen. Ich will nun das Blutgefässsystem eines (willkürlich gewählten) Oligochaeten und eines Polychaeten beschreiben, ohne auf die feinern Einzelheiten einzugehen.

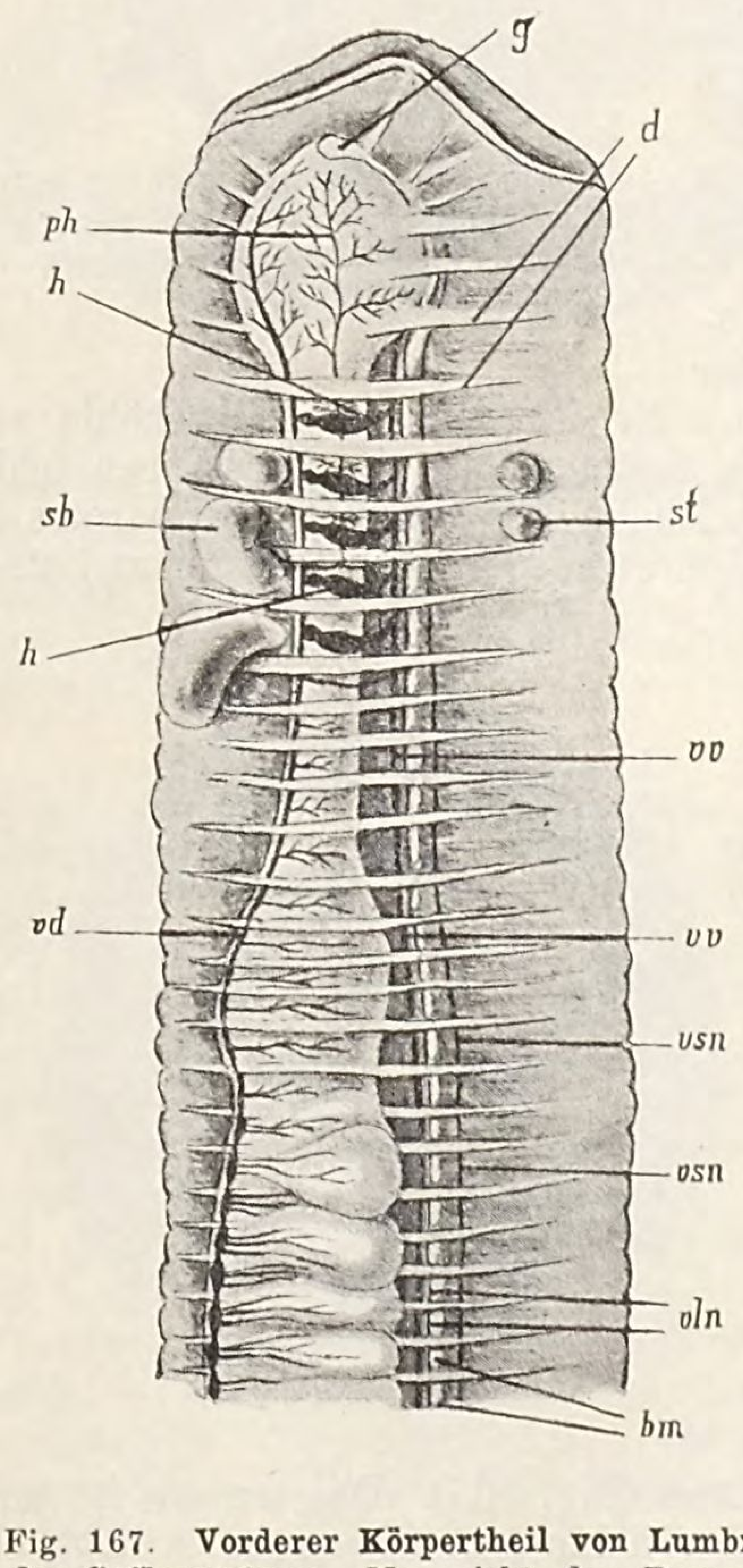


Fig. 167. **Vorderer Körpertheil von Lumbricus terrestris, geöffnet, zur Demonstration des Gefässsystems.** Man sieht den Darm von der rechten Seite. (Nach Jaquet.) *g* Gehirn, *d* Dissepimente, *st* Samentaschen, *ph* Pharynx, *sb* Samensäcke, *vd* Rückengefäss, *vv* Bauchgefäss, *vsn* Subneuralgefäss, *vln* Seitengefässe des Bauchmarks, *bm* Bauchmark, *h* contractile Gefässschlingen (Herzen) zwischen Rücken- und Bauchgefäss.

L u m b r i c u s (Fig. 167) (als Beispiel für die Oligochaeten). Es existiren fünf Längsgefässe, nämlich erstens ein medio-dorsales, zweitens und drittens 2 medio-ventrale Gefässe, von denen das eine unter dem Darme und über dem Bauchmark liegt und das allgemein verbreitete Bauchgefäss der Chaetopoden darstellt, während das andere viel feiner ist und unter dem Bauchmark verläuft. Das erstere nennen wir B a u c h g e f ä s s, das letztere S u b n e u r a l g e f ä s s; viertens und fünftens 2 zarte Gefässe, welche rechts und links das Bauchmark in seiner ganzen Länge begleiten; es sind die S e i t e n g e f ä s s e d e s B a u c h m a r k s. Das Subneuralgefäss steht mit den Seitengefässen des Bauchmarks von Abstand zu Abstand durch Queranastomosen in Verbindung. Das Rückengefäss zeigt in der Gegend des Mitteldarmes segmentweise Anschwellungen, so dass es hier die Gestalt einer Perlschnur hat. In den Genitalsegmenten steht es mit dem Bauchgefäss

durch 5 Paar schlauchförmig erweiterte, contractile Gefässschlingen, die sogenannten Herzen, in Verbindung. In der Region des Mitteldarms entspringen aus dem Rückengefäss in jedem Segment 3 Paar Gefässe. Die beiden Gefässe des ersten Paares verlaufen seitlich in der Leibeshöhle und münden in das Subneuralgefäss ein. In ihrem Verlaufe geben sie Gefässe an die Leibeswand und die Haut, ferner im untern Theil ihres Verlaufes Anastomosen an das Bauchgefäss und die Seitengefässe des Bauchmarkes ab. Die beiden hintern Paare verlaufen an den Darm, wo sie sich in ein äusserst reiches und dichtes Netzwerk auflösen. Auch die Typhlosolis wird vom Rückengefässe aus reich vascularisirt, und ebenso erhält der Muskelmagen mehrere Aeste vom Rückengefäss. Vorn zwischen dem 3. und 4. Paar Herzen entspringt ferner aus dem Rückengefäss jederseits ein Gefässstamm, dessen complicirte Verästelungen im vordern Körpertheil den Darm, die Leibeswand, das erste Paar der Morren'schen Drüsen, den Pharynx, den Oesophagus u. s. w. versorgen und auch mit dem Bauch- und Subneuralgefäss in Verbindung stehen. Von dem Bauchgefäss entspringt in jedem Segment ein Seitengefässpaar, das sich in der Leibeswand und Haut verästelt. Diese Verästelungen anastomosiren in der den Magendarm bergenden Körperregion mit den Verästelungen, die in jedem Segment aus dem ersten Seitengefässpaar des Rückengefässes entspringen, welches eine Verbindung zwischen diesem und dem Subneuralgefäss herstellt. Das Bauchgefäss und das Rückengefäss geben am vordersten Körperende Zweige ab, die sich in der Leibeswand und am Pharynx verästeln. Das Bauchgefäss theilt sich ausserdem an seinem vordern Ende in 2 Aeste, welche bis zum Gehirn vordringen und so einen Schlundring bilden. Der contractile Theil des Blutgefässsystems besitzt muskulöse Wandungen. —

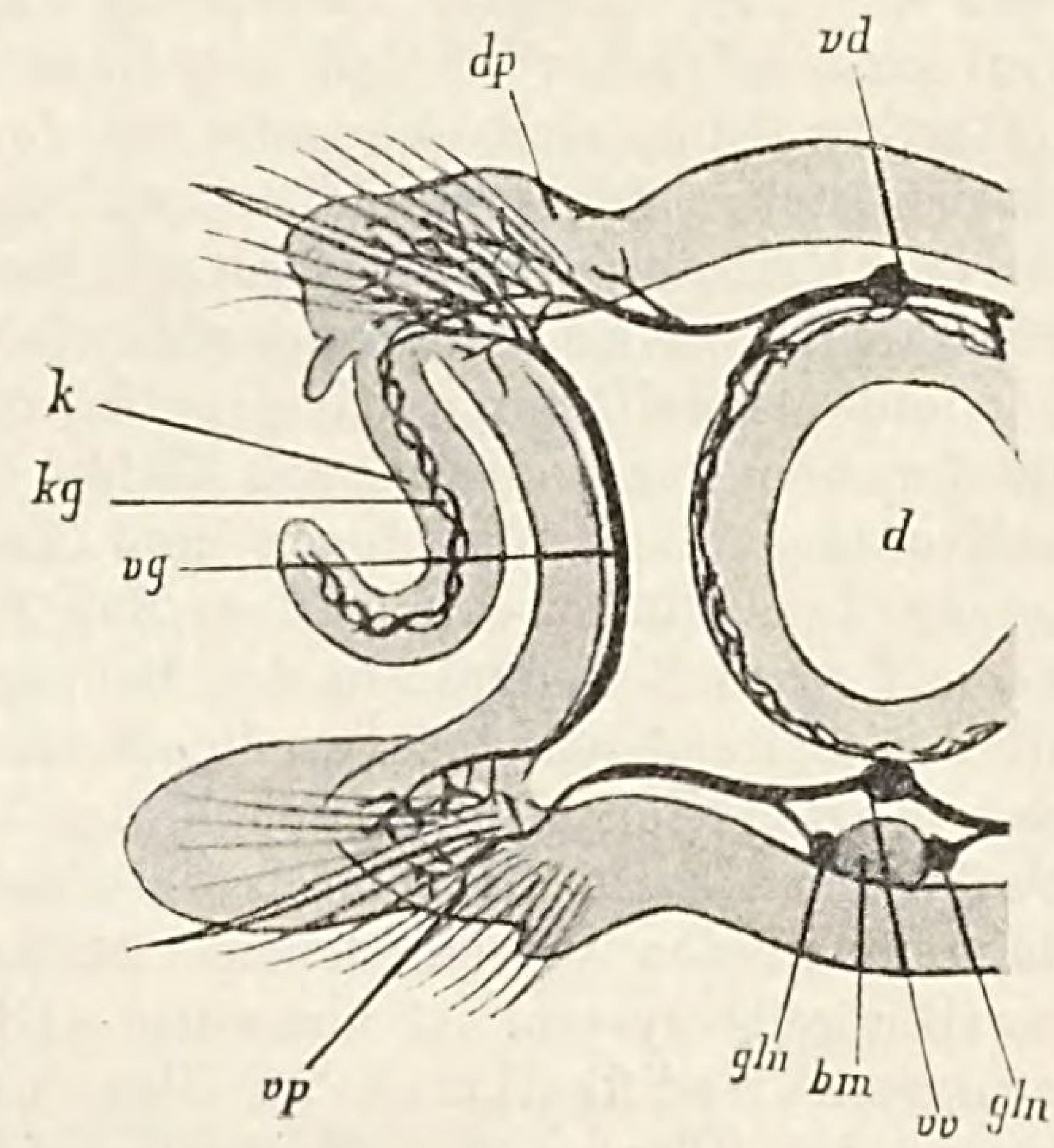


Fig. 168. **Theil eines Querschnittes durch ein Körpersegment von Nephthys,** schematisirt. Zur Demonstration der Anordnung der **Blutgefässe** (zum Theil nach JAQUET). *dp* Dorsales, *vp* ventrales Parapod mit Borstenbündel und Stützborste, *vd* Rückengefäss, *vv* Bauchgefäss, *gln* Seitengefässe des Bauchmarks, *vg* Verbindungsgefäss zwischen dorsalem und ventralem Parapod, *d* Darm, *bm* Bauchmark, *k* Kieme, *kg* Kiemengefässe.

Für die Polychaeten wähle ich ein Thier mit homonomer Gliederung des Körpers: Nephthys scolopendroides (Fig. 168). Wir finden hier die typischen beiden Hauptgefässe, welche den Körper seiner ganzen Länge nach durchziehen, das Rückengefäss und das Bauchgefäss. Beide liegen der Darmwand dicht an. Vom Hinterende des Pharynx bis zum Schwanzende entspringt in jedem Segment aus dem Rückengefäss ein Paar von Seitengefässen, welche an die Leibeswand und zwar an den dorsalen Ast der Parapodien herantreten und sich in demselben verästeln. Bald nach seinem Ursprung aus dem Rückengefäss giebt jedes Seitengefäss einen Ast an die Darmwand ab, an welcher er sich in ein reiches Gefässnetz auf-

löst. Am vordersten Ende des Mitteldarmes zeigt das Rückengefäss eine leichte Anschwellung, dann verlässt es den Darm und verläuft auf der Innenseite der Leibeswand in der Region, in welcher der Pharynx liegt, bis an das vorderste Körperende. Hier spaltet es sich in 2 Aeste, die nach rückwärts verlaufen, um am hintern Ende der Pharyngealregion in das vordere Ende des Bauchgefässes überzugehen. Das abweichende Verhalten der Hauptgefässe in der Pharyngealregion wird offenbar bedingt durch die starke Entwickelung des Pharynx. Bei einer Vorstülpung dieses Organes würden die Gefässe zerreissen, wenn sie wie im übrigen Körper dem Darm, so hier dem Pharynx dicht anliegen würden. Aus dem Bauchgefäss entspringt in jedem Segment ein Paar von Seitengefässen, welche an die Basis der ventralen Aeste der Fussstummel verlaufen, in dieselben eindringen und sich in ihnen verästeln. Eine Verbindung der Seitenäste des Rückengefässes mit den Seitenästen des Bauchgefässes kommt in folgender Weise zu Stande. Zwischen dem dorsalen und ventralen Ast eines Fussstummels verläuft jederseits ein Gefäss, welches sich einerseits im dorsalen Ast, anderseits im ventralen Ast verästelt. Diese Verästelungen des Verbindungsgefässes anastomosiren mit den Verästelungen der Seitengefässe des dorsalen, respective ventralen Seitengefässes. An der Bauchseite jedes dorsalen Parapodialastes inserirt sich eine sichelförmige Kieme. In die Kieme treten vom Gefässsystem des dorsalen Parapodialastes 2 Gefässe ein, welche die Kieme der Länge nach unter vielen Windungen und Anastomosenbildungen durchziehen. — Ausser dem Rücken- und dem Bauchgefäss besitzt Nephthys noch zwei äusserst zarte Seitengefässe des Bauchmarkes, welche durch feine Zweige mit den Seitenästen des Bauchgefässes in Verbindung treten. — Die eben geschilderten Verhältnisse des Blutgefässsystems können nur in sehr beschränktem Maasse als typisch für die Polychaeten gelten. Es finden sich vielmehr in den verschiedenen Familien sehr weitgehende Abänderungen. Das Blutgefässsystem ist ausserordentlich plastisch. Es schmiegt sich den geringsten Modifikationen im Bau und in der Anordnung der übrigen Organe des Körpers an. Vor allem ist seine specielle Gestaltung von der Anordnung und Ausbildung der Kiemen abhängig. Bei Terebelliden bildet das Rückengefäss im vordern Körpertheil ein schlauchförmiges pulsirendes Herz, das sich vorn dünn auszieht und die an den vordersten Körpersegmenten liegenden Kiemen mit Blutgefässen versorgt. An seinem hintern Ende spaltet es sich in zwei den Darm umgreifende Aeste, welche sich unter dem Darm zu einem Subintestinalgefäss vereinigen, welches über dem Bauchgefäss eine Strecke weit nach hinten verläuft. Dann theilt sich das Subintestinalgefäss neuerdings in 2 den Darm ringförmig umgreifende Aeste, die sich in der dorsalen Mittellinie wieder zu einem bis an das hinterste Leibesende verlaufenden Rückengefäss vereinigen. Bei Cirratuliden (Chaetozone) fehlt in der hintern kiemenlosen Körperregion sowohl ein gesondertes Rückengefäss- als ein Darmgefässnetz. Beide werden hier durch einen continuirlich den Darm (innerhalb seiner Muskelwandung) umgebenden Blutsinus ersetzt. Dieser Blutsinus setzt sich nach vorn in ein mächtiges, pulsirendes Rückengefäss (Herz) fort, welches die ganze Kiemenregion durchzieht und mittelbar oder unmittelbar Gefässe an die Kiemen abgiebt. Bei Serpuliden ist der Darmkanal meist in seiner ganzen Länge in einen Blutsinus eingebettet und es fehlt ein Rückengefäss. Häufig verlaufen hier zu Seiten des Darmes Seitengefässe, welche durch segmental angeordnete Querschlingen mit dem Bauchgefäss in Verbindung stehen und bei den mit einer Thorakalmembran ausgestatteten Serpuliden segmentweise Aeste an diese abgeben, die sich in ihr in ausserordentlich zahlreiche und feine Verästelungen

auflösen. Bei den Serpuliden, wo die Kiemen ausschliesslich am Kopfsegment entwickelt sind, wird jeder Kiemenfaden von einem einzigen Gefäss durchzogen, erst an der Basis der Kiemen trennen sich die zuleitenden und ableitenden Blutwege; bei fast allen übrigen Polychaeten lassen sich in den Kiemen zuleitende und ableitende Gefässe (Kiemenarterien und Kiemenvenen) unterscheiden, die an den Enden der Kiemenfäden in einander übergehen. Bei Capitelliden und Glyceriden fehlt ein von der Leibeshöhle gesondertes Blutgefässsystem. Das Blut ist der Leibesflüssigkeit (Hämolymphe) beigemischt. Nur bei Mastobranchus finden sich noch Rudimente eines den Darm umgebenden Blutsinus. — Bei zahlreichen Polychaeten finden sich in demjenigen erweiterten Theil des Rückengefässes, welchen man als Herz bezeichnet, ein meist braun gefärbter Strang, der frei im Lumen des Herzens liegt. Man bezeichnet ihn als Herzkörper. Seine Funktion ist noch nicht aufgeklärt. Bei Chaetozone ist er in der Dreizahl vorhanden.

Das Blutgefässsystem der Echiuriden (Fig. 137, p. 206) verhält sich sehr einfach. Es besteht aus einem über dem Bauchmark liegenden, den ganzen Körper durchziehenden Bauchgefäss. Hinter dem Munde spaltet es sich (ähnlich dem Bauchmark) in zwei Aeste, die, den Mund zwischen sich fassend, zu beiden Seiten des Kopflappens bis an dessen vorderes Ende hinziehen, wo sie (wie die beiden Schenkel des Schlundringes) in einander übergehen. Aus der Vereinigungsstelle entspringt ein Rückengefäss, welches, nach hinten verlaufend, den Kopflappen durchzieht und dann am Vorderdarm bis an das Hinterende des Kropfes verläuft. Hier theilt es sich in 2 den Darm zwischen sich fassende Schenkel, die vereinigt in das Bauchgefäss einmünden. Das Rückengefäss steht also mit dem Bauchgefäss durch 2 Paar Schlingen in Verbindung, ein vorderes, welches durch die Seitengefässe des Kopflappens dargestellt wird, und ein hinteres an der Grenze von Vorder- und Mitteldarm. Das Rückengefäss setzt sich nicht über den Vorderdarm hinaus nach hinten fort.

Prosopygier. Ein Gefässsystem fehlt den Priapuliden unter den Sipunculaceen und sämmtlichen Bryozoen. Bei Sipunculus finden sich zwei Gefässe, welche den Vorderdarm begleiten, ein dorsales und ein ventrales. Beide endigen hinten in der Gegend, wo sich die Rüsselretractoren an die Leibeswand befestigen. Vorn münden sie in einen vor dem Gehirn an der Basis des Tentakelkranzes gelegenen, die Mundhöhle ringförmig umfassenden Sinus ein, welcher mit dem inneren Hohlraum der Tentakel in Verbindung steht. Durch Contraction des dorsalen und ventralen Gefässes wird die in ihnen enthaltene Flüssigkeit in den Ringsinus und von da in die Tentakel getrieben, die sich in Folge dessen ausdehnen und ausbreiten. In der Gefässflüssigkeit sind die in der Leibesflüssigkeit flottirenden Elemente angetroffen worden, so dass wahrscheinlich eine offene Communikation zwischen Leibeshöhle und Gefässsystem existirt. Bei Phoronis findet sich ein geschlossenes Blutgefässsystem mit rothen Blutkörperchen. Ein dorsales Blutgefäss führt das Blut in ein der Basis der Tentakelkrone entlang verlaufendes Gefäss, von welchem Zweige in die Tentakel abgehen. Andere Zweige führen das Blut zurück in einen zweiten Gefässring, welcher an der Aussenseite des erstern verläuft. Aus dem äussern Gefässring entspringt jederseits ein Gefäss, das sich mit dem der andern Seite unter dem Schlund vereinigt und als Bauchgefäss asymmetrisch

in der linken Kammer der Leibeshöhle nach hinten verläuft und mit zahlreichen seitlichen Blindsäckchen besetzt ist. Ausserdem findet sich ein Blutsinus um den Magendarm. Alle Gefässe sind contractil. — Ueber das Blutgefässsystem der Brachiopoden sind die Ansichten auch der allerneuesten Forscher sehr getheilt. Die einen leugnen die Existenz eines Circulationsapparates. Es handle sich nur um Lückensysteme, die zur Leibeshöhle gehören. Eine andere Untersuchung aber konnte bei verschiedenen Brachiopoden die alte Angabe bestätigen, der zu Folge über dem Magen ein contractiles, schlauchförmiges Herz liegt und über dem Vorderdarm eine Vene, welche aus dem Herzen entspringt. Ausserdem sollen noch Gefässe in den Armen und sogenannte Genitalarterien vorkommen.

Ein Blutgefässsystem fehlt den Rotatorien, Dinophilus und den Chaetognathen.

XII. Geschlechtsorgane.

Im Allgemeinen herrscht bei den Würmern Trennung der Geschlechter. Ausnahmen von dieser Regel bilden, abgesehen von vereinzelten Fällen, die Hirudineen, Oligochaeten, Myzostomiden, Chaetognathen, Phoronis und manche Bryozoen.

Nemertinen. Der Geschlechtsapparat (Fig. 135, p. 204) ist hier sehr einfach. Die Ovarien beim Weibchen und die Hoden beim Männchen sind in grosser Anzahl vorhanden und finden sich in Gestalt von Säckchen bei reifen Thieren in der ganzen Körperregion, in welcher der Mitteldarm verläuft. Sie liegen unter der Muskulatur im Parenchym (Gallerte). Jedes Ovarium und jeder Hode setzt sich zur Zeit der Geschlechtsreife durch einen besonderen Ausführungsgang direkt mit der Aussenwelt in Verbindung. Gewöhnlich liegen die Geschlechtsdrüsen jederseits in einer Längsreihe so, dass je zwischen zwei aufeinanderfolgenden Darmdivertikeln ein Ovarium oder ein Hode liegt. Sie sind also mehr oder weniger regelmässig metamerisch angeordnet, ganz entsprechend der mehr oder weniger regelmässig metamerischen Anordnung der Darmdivertikel selbst. Bei einigen Nemertinen kommen indessen zahlreiche Geschlechtsdrüsen völlig zerstreut im Parenchym vor, immer aber mündet jede Drüse für sich nach aussen. — In der Anordnung der Geschlechtsdrüsen zeigt sich also eine grosse Uebereinstimmung mit den Turbellarien (vornehmlich Polycladen und Tricladen). Bei diesen aber fliessen die ebenfalls von den Geschlechtsdrüsen aus entstehenden Ovidukte und Samenleiter zu gemeinsamen Leitungswegen zusammen.

Nemathelminthen. 1. Nematoden. Der männliche Geschlechtsapparat ist unpaar und mündet am hinteren Körperende in die Kloake, der weibliche ist paarig und mündet an der Bauchseite vor dem After, gewöhnlich in der Nähe der Körpermitte, nach aussen. Der männliche Geschlechtsapparat (Fig. 169) stellt eine einzige, continuirliche, in der Leibeshöhle liegende Röhre dar, welche vom blinden innern Ende bis zur äussern Mündung in verschiedene Abschnitte zerfällt. 1. Der Hodenabschnitt stellt eine dünne, vielfach gewundene Röhre dar, in welche vom blinden Ende her eine solide Achse (Rachis) hineinragt, an welcher die Samenzellen auf verschiedenen Stadien der Entwickelung angeheftet sind. Das Keimlager liegt am blinden soliden Ende der

Hodenröhre. Je weiter gegen den Ausführungsgang zu, auf um so vorgerücktern Entwickelungs- und Reifungsstadien trifft man die Spermatozoen. 2. Der Hodenabschnitt geht in einen kürzeren, erweiterten, schlauchförmigen Abschnitt, die Samenblase, über, und diese mündet durch ein kurzes und enges Endstück, dem Ductus ejaculatorius, in die

Fig. 169.

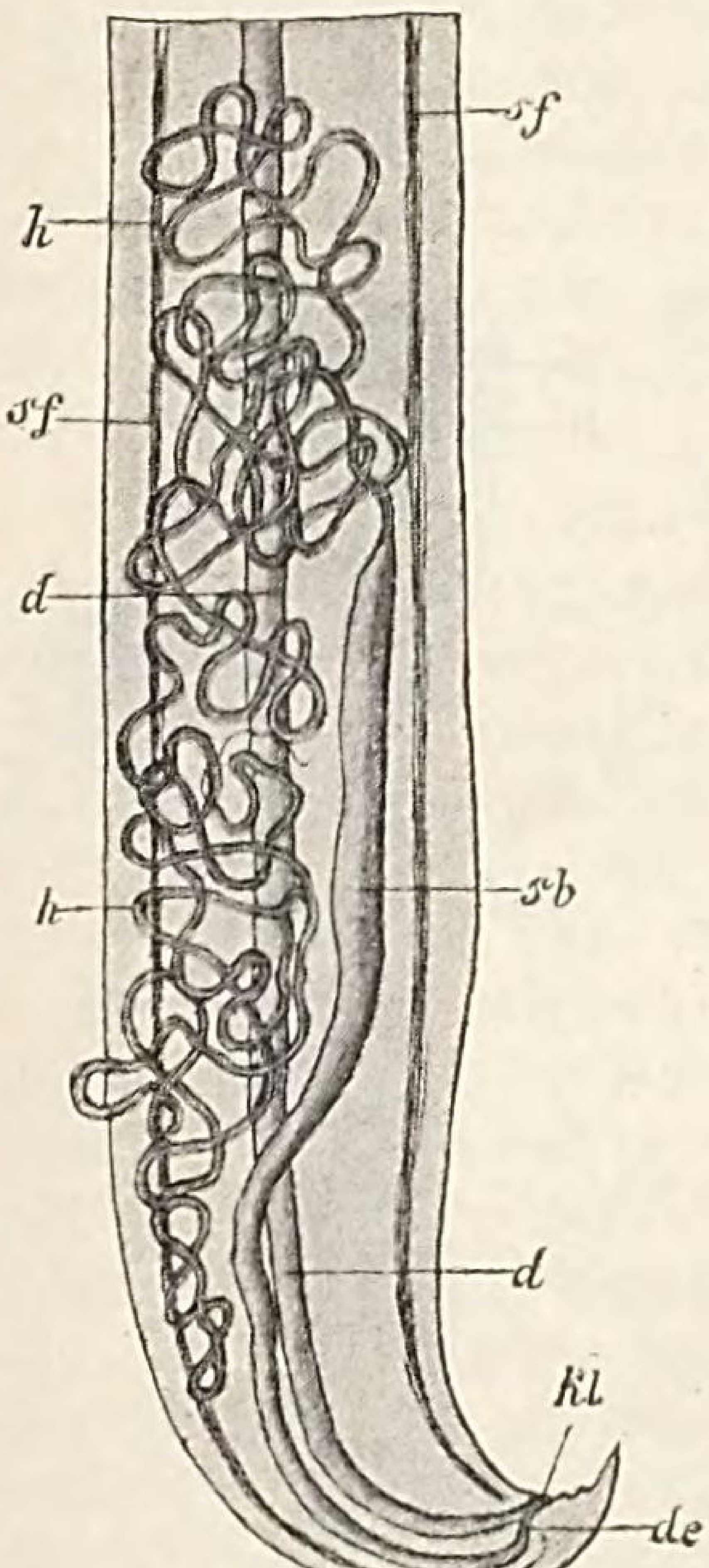


Fig. 170.

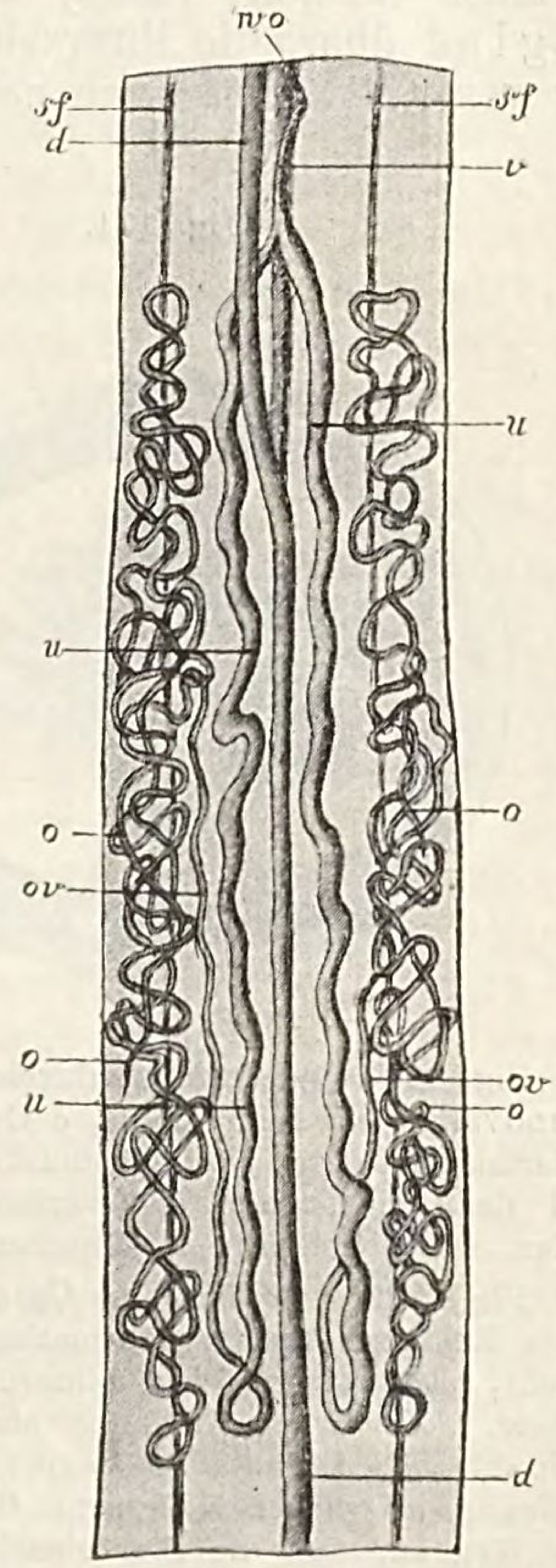


Fig. 169. **Ascaris lumbricoides, männlicher Geschlechtsapparat** (nach Vogt und Yung). *sf* Seitenlinien, *h* Hoden, *d* Darm, *sb* Samenblase, *kl* Kloake, *de* Ductus ejaculatorius.

Fig. 170. **Ascaris lumbricoides, weiblicher Geschlechtsapparat** (nach Vogt und Yung). *wo* Weibliche Oeffnung, *v* Vagina, *sf* Seitenlinien, *d* Darm, *u* Uterus, *o* Ovarien, *ov* Ovidukte.

Kloake ein. Ueber dem Ductus ejaculatorius liegen häufig zwei längliche Taschen, Ausstülpungen der Kloake. Jede Tasche enthält ein chitiniges Spiculum. Die Spicula können bei der Begattung durch besondere, sich an die Spiculataschen ansetzende Muskeln aus der Kloakenöffnung vorgestreckt werden. Beim weiblichen Geschlechtsapparat (Fig. 170) wiederholt jede der beiden Geschlechtsröhren im Wesentlichen die Theile des unpaaren männlichen Apparates. Die ausserordentlich lange Ovarial-

röhre liegt in zahlreichen Windungen in der Leibeshöhle. Auch in ihrer Achse liegt eine Rachis, der die jungen Eier aufsitzen. Die Ovarialröhre setzt sich in einen erweiterten Theil, den Uterus, fort, in dessen Anfangstheil gewöhnlich die Befruchtung erfolgt, wenn die Eier nicht schon in dem häufig der Rachis entbehrenden Endabschnitt der Ovarialröhre befruchtet werden. Der Uterus enthält also die befruchteten Eier, die ersten Furchungsstadien derselben und die jungen Embryonalstadien. Die beiden Uteri verbinden sich an ihrem Ende und gehen in einen kurzen, häufig muskulösen, gemeinsamen Endabschnitt, die Vagina über, die ihrerseits durch die weibliche Geschlechtsöffnung in der ventralen Mittellinie nach aussen mündet.

Fig. 171.

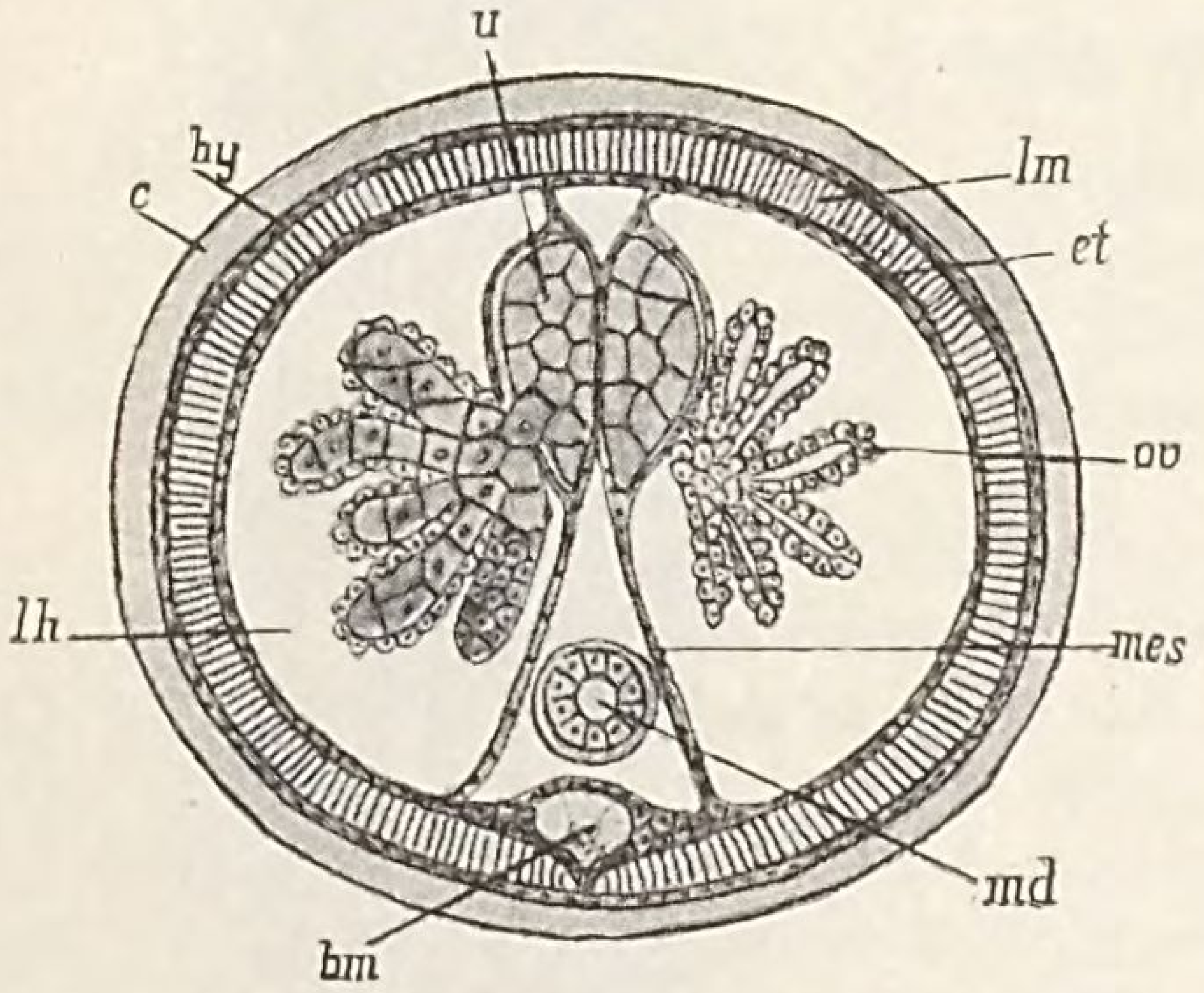


Fig. 172.

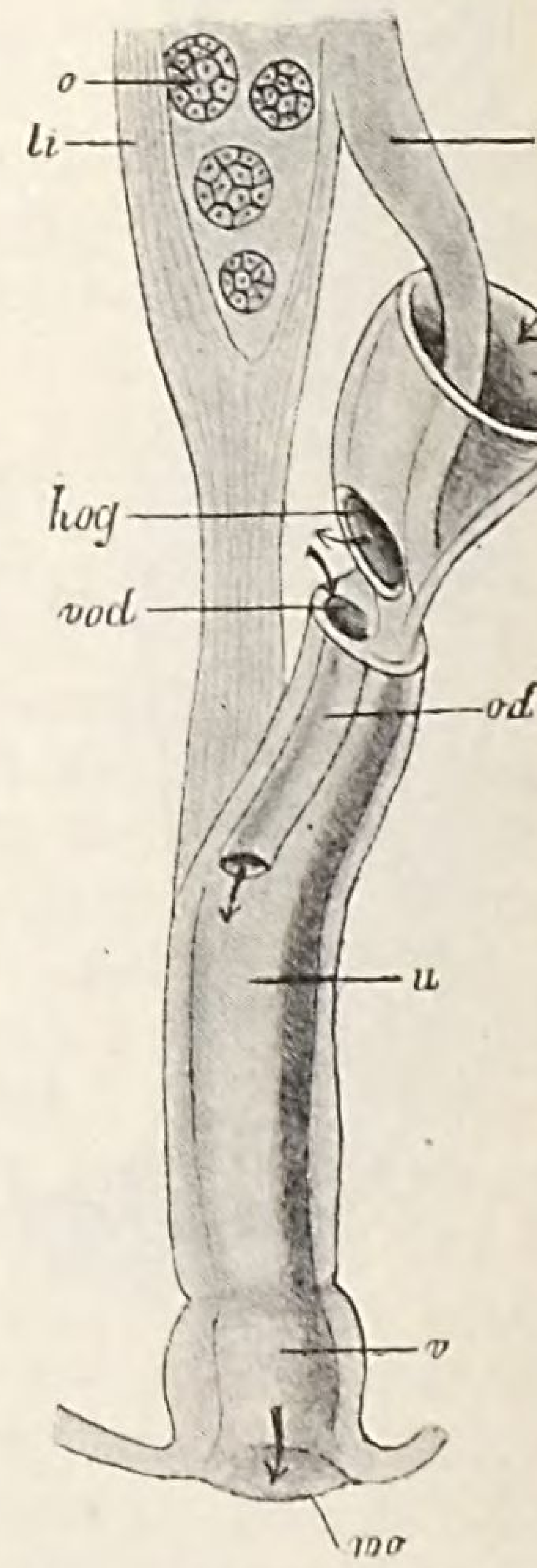


Fig. 171. **Querschnitt durch Gordius** (nach Vejdovský). *lh* Leibeshöhle, *c* Cuticula, *hy* Hypodermis, *u* Uterus, *lm* Längsmuskulatur, *et* Endothel der Leibeshöhle, *ov* Ovarium, *mes* Mesenterien, *md* Mitteldarm, *bm* Bauchmark.

Fig. 172. **Weiblicher Geschlechtsapparat eines Echinorhynchus,** schematisch. *ug* Uterusglocke, *vog* vordere, *hog* hintere Oeffnung derselben, *vod* vordere Oeffnung eines der beiden Ovidukte *od*, *u* Uterus, *v* Vagina, *wo* weibliche Oeffnung, *o* Ovarien, li Sigment. Die Pfeile deuten den Weg an, den die Eier einschlagen, um aus der Leibeshöhle nach aussen zu gelangen.

2. Gordiidae. Der Geschlechtsapparat der Gordiiden ist völlig verschieden von dem der Nematoden. Auch der männliche Apparat ist paarig. Männliche und weibliche Geschlechtsöffnungen münden in den letzten Abschnitt des Darmes (Kloake). Die weiblichen Geschlechtsdrüsen (Fig. 171) sind gelappte Ovarien, welche, in grösserer Anzahl zu Paaren hintereinander liegend, jederseits dem dorsalen Mesenterium anliegen. Sie entwickeln sich erst sehr spät auf Kosten der mesodermalen Zellen, welche bei jungen Gordiiden die Leibeshöhle fast ganz ausfüllen. Die in den Ovarien reifenden Eier gelangen theilweise in die Leibeshöhle, deren beide seitliche Kammern sie vollständig anfüllen und so jene beiden seitlichen Massen von Eiern bilden, die früher irrthümlich für

die Ovarien gehalten worden sind. Das weitere Schicksal dieser Eier ist unbekannt. Ein anderer Theil der Eier aber gelangt aus den Ovarien in zwei von Epithel ausgekleidete Röhren, die im dorsalen Mesenterium liegen. Diese Röhren, die man als Uteri bezeichnen könnte, verlaufen nach hinten, in der Nähe des hintern Leibesendes angelangt, werden sie enger und biegen als Eileiter nach der Bauchseite um, wo sie in ein birnförmiges, drüsiges Anhangsorgan der verschwindend kleinen Kloake, in das sogenannte Atrium, einmünden. Mit dem Atrium steht ferner noch eine unter dem hintersten Theile der Uteri gelegene unpaare Blase, das Receptaculum seminis, in Verbindung, welches bei der Begattung mit Samen erfüllt wird. Am männlichen Geschlechtsapparat sind die wirklichen Hoden noch nicht aufgefunden. Die übrigen Theile entsprechen den verschiedenen Abschnitten des weiblichen Apparates. Wir unterscheiden Samensäcke (entsprechend den Uteri der Weibchen), Samenleiter und die wohlentwickelte Kloake, ein flaschenförmiges Organ, dessen Endtheil ausgestülpt werden kann. Ein dem Receptaculum des Weibchens entsprechendes Organ fehlt.

3. Acanthocephalen. Weiblicher Apparat (Fig. 172). Die Ovarien finden sich nur bei ganz jugendlichen Thieren eingeschlossen in das Ligament, vermittelst dessen der Geschlechtsapparat an der Basis der Rüsselscheide aufgehängt ist. Frühzeitig gelangen Eierhaufen (schwimmende Ovarien), wahrscheinlich durch Bersten des Ligamentes, in die Leibeshöhle, wo sie bei geschlechtsreifen Thieren in grosser Menge neben losgelösten und isolirten Eiern vorkommen. Von hier werden sie durch einen muskulösen Leitungsapparat nach aussen befördert, welcher, trotzdem er aus einer beschränkten, aber für die einzelnen Arten bestimmten und constanten Anzahl von Muskelzellen besteht, doch recht complicirt gebaut ist. Man unterscheidet an ihm zunächst einen Schluckapparat, die Uterusglocke, an deren Grunde sich das hintere Ende des Ligamentes befestigt. Sie steht durch eine grosse vordere und eine kleinere hintere Oeffnung mit der Leibeshöhle in offener Communikation. Sie verengert und erweitert sich abwechselnd und verschluckt so die in der Leibesflüssigkeit flottirenden Eier. Aus der Uterusglocke gelangen die Eier in die vordern Mündungen von zwei kurzen Kanälen, die als Eileiter bezeichnet werden. Die Eileiter münden in einen röhrenförmigen, unpaaren Abschnitt, den Uterus, und dieser öffnet sich durch einen kurzen Endabschnitt, die Scheide, am hinteren Leibesende nach aussen. Aus der hintern Oeffnung der Uterusglocke werden die mitverschluckten unreifen Eier wieder in die Leibeshöhle zurückbefördert.

Männlicher Apparat (Fig. 173, p. 260). Zwei, seltener drei Hoden liegen im Ligament. Jeder setzt sich in einen Samenleiter fort. Die zwei oder drei Samenleiter besitzen in ihrem Verlaufe je drei beutelförmige Ausstülpungen (Samenblasen). Nach hinten vereinigen sie sich zu einem gemeinsamen, muskulösen Vas deferens, welches an der Spitze eines konischen, muskulösen, vorspringenden Penis in die Bursa einmündet. Letztere ist eine geräumige, taschenartige Einstülpung des hintersten Leibesendes. Sie kann bei der Begattung ausgestülpt werden. Mit dem männlichen Apparat stehen gewöhnlich 3 Paar Kittdrüsen in Verbindung, deren Ausführgänge in den Endabschnitt des Vas deferens (Ductus ejaculatorius) einmünden.

Annulata. Die Hirudineen sind hermaphroditisch. Ihr männlicher Geschlechtsapparat (Fig. 174) zeigt im Allgemeinen folgenden Aufbau. Mehrere Hoden liegen in paariger und segmentaler Anordnung in der mittleren Körperregion, und zwar gewöhnlich zwischen den aufeinanderfolgenden seitlichen Divertikeln des Mitteldarmes, in den diese Divertikel trennenden Muskelsepten, die sie in eine vordere und eine hintere Lamelle theilen. Aus jedem Hoden entspringt ein kurzer Ausführgang. Die Ausführgänge aller aufeinanderfolgenden Hoden einer Seite münden in ein die Hodenregion in ihrer ganzen Länge durchziehendes Vas deferens. Vor den vordersten Hoden convergiren die beiden Vasa deferentia gegen die ventrale Mittellinie, um hier durch eine gemeinsame Oeffnung und in einigen Fällen durch einen gemeinsamen unpaaren Begattungsapparat (Penis) sich nach aussen zu öffnen.

Fig. 173.

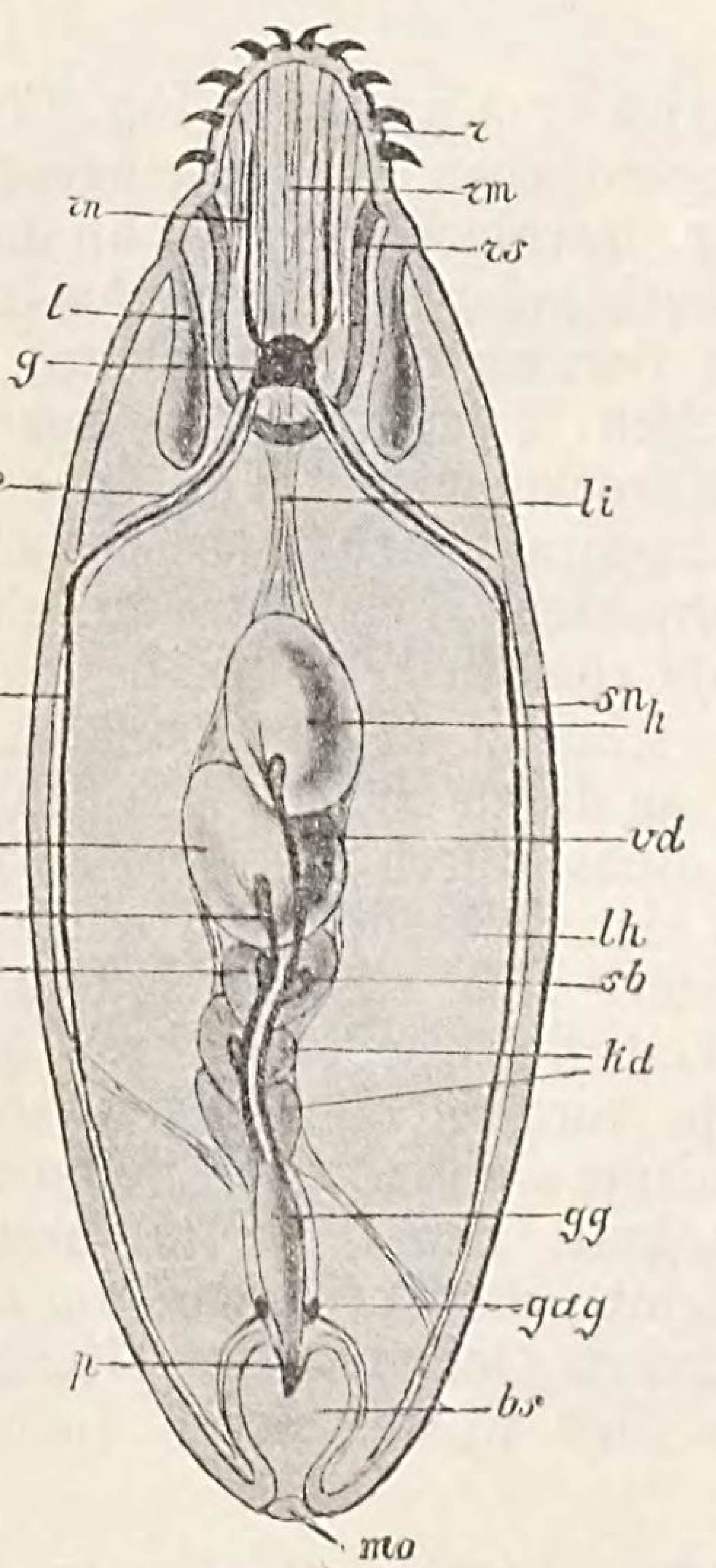


Fig. 174.

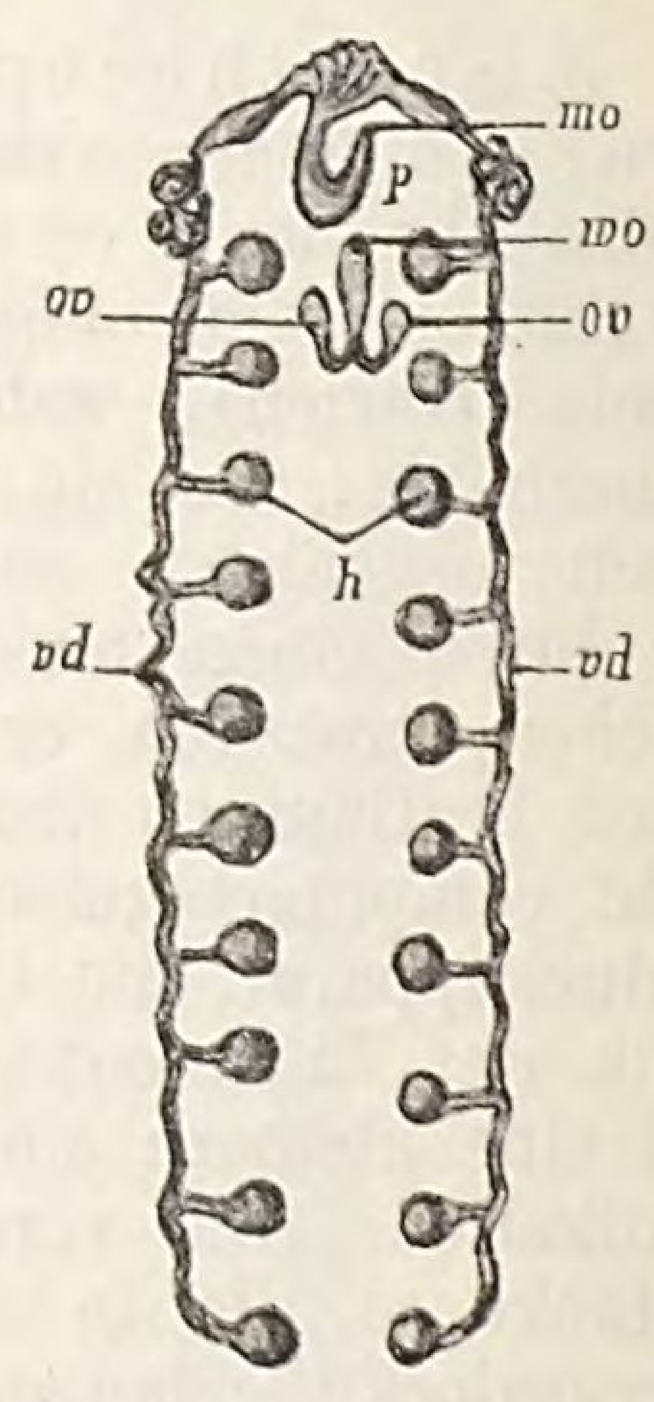


Fig. 174. **Geschlechtsorgane von Hirudo.** *p* Penis, *mo* männliche, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung, *ov* Ovarien, *h* Hoden, *vd* Vas deferens.

Fig. 173. **Halbschematische Darstellung der Organisation eines männlichen Echinorhynchus.** *r* Rüssel mit Widerhaken im ausgestülpten Zustande, *rm* Rückziehmuskeln des Rüssels, *rs* Rüsselscheide, *rn* Rüsselnerven, *g* Gehirnganglion, *re* Retinacula, *li* Ligament, *sn* Längsnerven, *h* Hoden, *vd* Vas deferens, *sb* Samenblasen, *kd* Kittdrüsen, *gg* gemeinsames Vas deferens, *gag* Geschlechtsganglion, *bs* Bursa, *mo* männliche Geschlechtsöffnung, *lh* Leibeshöhle, *p* Penis.

Die Zahl der Hoden kann sich in einzelnen Fällen beträchtlich vermehren (Nephelis, Lumbricobdella) und dies geschieht wahrscheinlich durch Auflösung eines jeden Hodens in mehrere Hodenbläschen. — Häufig treten

am letzten Theil der Vasa deferentia Complikationen auf. Bei Hirudo z. B. windet sich das Vas deferens, bevor es durch einen kurzen Endgang in den Penis einmündet, jederseits knäuelartig auf. Mit dem Penis stehen oft Drüsen in Verbindung. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt bei Hirudo im 10. Segment, an der Grenze des 30. und 31. Ringes.

Der weibliche Geschlechtsapparat (Fig. 174) liegt hinter der männlichen Oeffnung und gewöhnlich zwischen den Vasa deferentia. Er besteht zunächst aus 2 Ovarien. Aus jedem Ovarium entspringt ein Ovidukt, der, indem er sich mit der andern Seite verbindet, in einen sackartig erweiterten, muskulösen Endabschnitt, die Vagina (Gnathobdellidae) eintritt oder direkt nach aussen mündet (Rhynchobdellidae).

Bei Landblutegeln (Lumbricobdella, Cylicobdella) bleiben die Ovidukte bis zur Einmündung in die Vagina getrennt. Die Ovarien treten hier in Mehrzahl als Anschwellungen der Ovidukte auf. Bei den Rhynchobdelliden sind die Ovarien langgestreckte Säcke; bei den im Wasser lebenden Gnathobdelliden sind sie kurz, gelappt, meist in einen rundlichen Sack eingepackt. Bei Hirudo vereinigen sich die Eileiter schon eine Strecke vor dem Eintritt in die Vagina zu einem gemeinsamen Eiergang, in welchen zahlreiche Drüsen (Eiweissdrüse) einmünden. Die weibliche Oeffnung von Hirudo liegt im 11. Segment zwischen dem 35. und 36. Ringe.

Das Verhalten des hermaphroditischen Geschlechtsapparates der Hirudineen erinnert lebhaft an die bei Turbellarien (Polycladen und Tricladen) bestehenden Verhältnisse.

Oligochaeten. Die Geschlechtsorgane der Oligochaeten zeigen, besonders was den ausleitenden Apparat anbetrifft, so durchgreifende Unterschiede von denen der Hirudineen, dass eine Zurückführung beider auf einen gemeinsamen Typus zur Zeit nicht möglich ist. Hoden und Eierstöcke sind stets in sehr beschränkter Zahl, die ersteren zu einem oder zu zwei Paaren, die letztern in einem Paare vorhanden. Die erstern liegen immer vor den letztern. Der gesammte männliche und weibliche Geschlechtsapparat nimmt eine beschränkte Anzahl von Segmenten im Vorderkörper ein. Gewöhnlich bilden zwischen dem 9. und 14. Segment liegende Segmente die Geschlechtszone. Seltener (Aphanoneuren, Chaetogastriden) liegen die Geschlechtsorgane weiter vorn. Während bei den Hirudineen, Nemertinen und Nematoden die Ei- und Samenleiter, ähnlich wie bei den Plathelminthen, direkte kanalartige Fortsetzungen der Ovarien und Hoden sind, sind sie bei den Oligochaeten von Anfang an von den Keimdrüsen getrennt und zeigen in ihrem Bau grosse Uebereinstimmung mit den Nephridien. Sie werden denn auch ziemlich allgemein als Nephridien betrachtet, welche die Aufgabe der Ausleitung der Geschlechtsprodukte aus dem Körper übernommen haben. Immerhin darf nicht vergessen werden, dass die Samen- und Eileiter, wenn sie wirklich umgewandelte Nephridien sind, in den betreffenden Segmenten überzählige Nephridien darstellen, indem bei den Lumbriciden in den Genitalsegmenten die typischen Nephridien ganz so wie im übrigen Körper neben den Ei- und Samenleitern im erwachsenen Zustande, bei den übrigen Oligochaeten im jugendlichen Zustande fortbestehen. Am männlichen Geschlechtsapparat müssen wir drei Theile unterscheiden, nämlich die Hoden, die Samensäcke und die Samenleiter. Bei den Lumbriciden finden sich fast allgemein zwei Paar Hoden, während die übrigen Oligochaeten nur ein Paar besitzen. Die

Hoden scheinen sich überall frühzeitig in die Bildungszellen der Spermatozoen aufzulösen, so dass sie bei erwachsenen, geschlechtsreifen Thieren höchstens als Rudimente fortbestehen. Die Samenbildungszellen werden nämlich frühzeitig in besondere Samensäcke aufgenommen, in denen sie ihre weitere Entwickelung durchmachen und die reifen Samenfäden liefern. Diese Samensäcke, früher als Hoden betrachtet, sind grosse Blasen, die sich an den Dissepimenten der Hodensegmente entwickeln. Sie bilden sich als taschenförmige Ausstülpungen der hintern Lamelle der Dissepimente. Ihr Binnenraum wird durch Lamellen in zahlreiche Fächer und Kammern eingetheilt, in denen die sich entwickelnden Spermatozoen liegen, und communicirt durch eine Oeffnung mit der Leibeshöhle. In welcher Weise die Samenbildungszellen aus den Hoden in die Samensäcke hineingelangen, ist unbekannt. Die Samensäcke zeigen in ihrer Zahl und in ihrem speciellen Verhalten sogar bei nahe verwandten Gattungen und Arten beträchtliche Abweichungen. Bei einigen Lumbriciden bildet sich ein mittlerer unpaarer Theil aus, eine Samenkapsel, und die Samensäcke erscheinen dann nur als paarige Anhänge dieser Samenkapsel. Nur bei Chaetogastriden kommen keine Samensäcke zur Entwickelung. Die Spermabildungszellen machen in dieser Familie ihre Entwickelung in der Leibeshöhle durch, und die reifen Samenfäden werden aus der Leibesflüssigkeit von den Trichtern der Samenleiter direkt aufgefangen. — Jeder Samenleiter besteht aus einem praeseptalen Samentrichter, aus einem das Septum durchbohrenden Samengang, der durch einen erweiterten Endabschnitt, das Atrium (durch Einstülpung des äussern Integumentes entstehend), nach aussen mündet. Wo nur ein Hodenpaar vorhanden ist, findet sich gewöhnlich auch nur ein Paar Samenleiter. So bei den Naidomorphen, Chaetogastriden, Tubificiden und Enchytraeiden. Bei den übrigen Oligochaeten aber, insbesondere bei den Land-Oligochaeten und den meisten Lumbriculiden existiren zwei Paar Samenleiter. Und zwar sind dabei entweder alle vier Samenleiter vollständig von einander getrennt, oder es mündet jederseits der vordere und hintere in ein gemeinsames Atrium (viele Lumbriculiden), oder es vereinigt sich der Samengang des vordern mit dem Samengang des hintern Samenleiters jederseits zu einem gemeinsamen Samengang, der ohne Bildung eines Atriums nach aussen mündet (Lumbricidae). Die Samentrichter liegen in denselben Segmenten, wie die Hoden. Bei denjenigen Lumbriciden, wo eine mediane Samenkapsel vorhanden ist, liegen sie in dieser. Weiblicher Geschlechtsapparat. Er besteht aus den beiden Ovarien, den beiden Eileitern und den sogenannten Samentaschen oder Receptacula seminis. Die Eier machen entweder ihre Reifung in den Ovarien durch oder es zerfallen die Ovarien in einzelne Gruppen von Eizellen. In jeder Gruppe entwickelt sich dann nur eine Zelle zu einem Ei. Bisweilen gelangen die Eier aus den Ovarien in besondere, den Samensäcken entsprechende Eiersäcke und erst von hier durch die Eileiter nach aussen. Bei vielen niedern Oligochaeten fehlen besondere Eileiter. Man weiss noch nicht genau, in welcher Weise hier die Eier nach aussen befördert werden. Die Samentaschen (Receptacula seminis) sind paarige Säcke, die in besondern Segmenten der Geschlechtszone nach aussen münden. Sie entstehen als Einstülpungen des Integumentes, kommen bei den meisten Oligochaeten in einem Paare, bei den Lumbriciden hingegen in zwei (seltener drei) Paaren vor. Sie sind gegen die Leibeshöhle zu geschlossen, stehen mit

dem übrigen Geschlechtsapparat in keinerlei Verbindung und werden bei der Begattung von aussen mit Samen erfüllt.

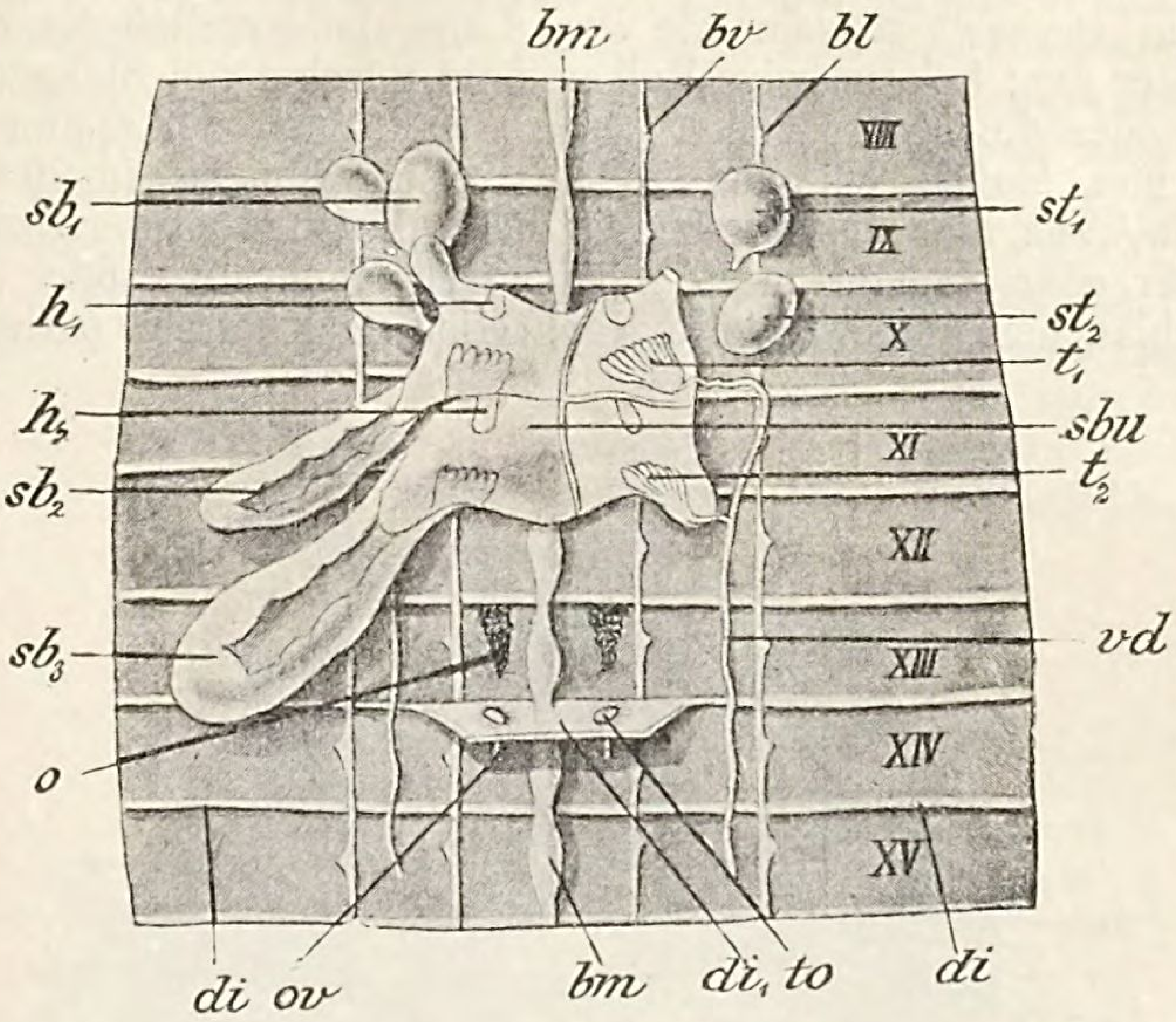


Fig. 175. **Lumbricus agricola. Geschlechtsorgane** (nach VOGT und YUNG). Rechts sind die Samensäcke und ein Theil der unpaaren Samenkapsel entfernt. *bm* Bauchmark, st_1, st_2 Samentaschen, t_1, t_2 Samentrichter, *sbu* unpaare Samenkapsel, *di* Dissepimente, an ihrer Basis abgeschnitten, *vd* Vas deferens, *to* Trichter der Ovidukte, *o* Ovarien, *ov* Ovidukt, di_1 Stück des Dissepimentes zwischen dem 13. und 14. Segment, sb_1, sb_2, sb_3 paarige Samensäcke, h_1, h_2 Hoden, *VIII—XV* 8. bis 15. Segment.

Zum besseren Verständniss des Gesagten möge hier an der Hand der Abbildung, Fig. 175, der Geschlechtsapparat von Lumbricus agricola besprochen werden. Im 9. und 10. Segment sieht man die beiden Samentaschen (Receptacula seminis), im 10. und 11. die durch eine quere Scheidewand in eine vordere und hintere Abtheilung getheilte Samenkapsel mit ihren 3 linken Anhängen, den Samensäcken. Rechts sind die 3 Samensäcke und die Decke der Samenkapsel entfernt; man sieht den vordern und hintern Hoden der rechten Körperseite, ferner die beiden rechtsseitigen Samentrichter und ihre Samengänge, die sich im 12. Segment mit einander zu dem unpaaren rechten Samengang vereinigen, welcher im 15. Segment ausmündet. Im 13. Segment liegen die beiden Ovarien zu beiden Seiten des Bauchmarks. Dahinter an der Vorderseite des Dissepimentes zwischen dem 13. und 14. Segment die Trichter der beiden Eileiter, welche letztere im 14. Segment nach aussen münden.

Polychaeten. Hier kann ich mich kurz fassen. Die Polychaeten sind mit ganz vereinzelten Ausnahmen getrennt geschlechtlich. Der Mutterboden, aus dem sich gewöhnlich nur während gewisser Geschlechtsperioden die Ovarien oder Hoden entwickeln, ist das Endothel der Leibeshöhle. Die Lage der Keimdrüsen wechselt ausserordentlich. Bald

finden sie sich an den sogenannten Genitalplatten, bald an den Dissepimenten, bald an Mesenterien, bald sind sie Wucherungen des Endothelüberzuges des Bauchgefässes u. s. w. Die Ovarien oder Hoden wiederholen sich gewöhnlich in vielen oder doch mehreren Segmenten. Ihre Form wechselt so sehr wie ihre Lage, bald stellen sie Zellwülste oder Polster dar; bald massive Kolben, bald Büschel von Strängen u. s. w. Die Eier oder die Spermazellen lösen sich früher oder später von den Ovarien und Hoden los und reifen freischwimmend in der Leibesflüssigkeit. Von hier aus werden sie durch die zur Zeit der Geschlechtsreife mehr oder weniger stark modificirten Nephridien oder durch zu Genitalschläuchen umgewandelte Nephridien nach aussen entleert.

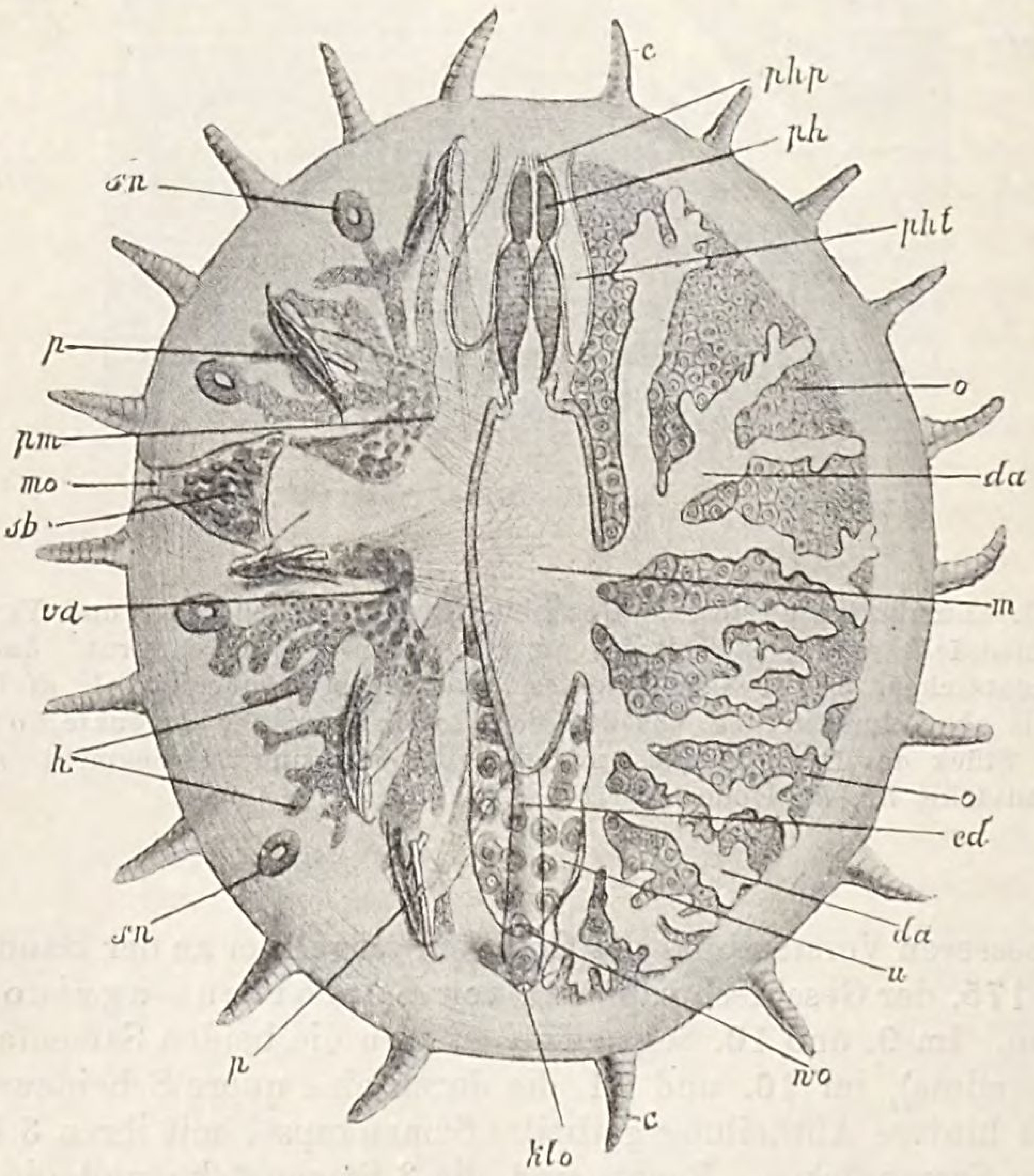


Fig. 176. **Organisation von Myzostoma cirriferum** (nach v. Graff). Links sind die Parapodien *p*, die Saugnäpfe *sn* und der männliche Geschlechtsapparat dargestellt. Rechts die Darmäste *da* und Eierstöcke *o*. *c* Cirren, *php* Pharynxtentakel, *ph* Pharynx, *pht* Pharyngealtasche, *m* Magen (Mitteldarm), *ed* Enddarm, *u* Uterus, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung, die in die Kloake einmündet, *klo* Oeffnung der Kloake, *pm* Muskeln zur Bewegung der Parapodien, *mo* männliche Geschlechtsöffnung, *sb* Samenblase, *vd* Vas deferens, *h* Hoden, *p* Parapodien mit Haken und Stützstab.

Bei Sternaspis findet sich beim Weibchen ein Ovarium, beim Männchen ein Hode. Die Geschlechtsdrüse hat in beiden Geschlechtern die Gestalt eines vierlappigen, zwischen den Darmschlingen liegenden Schlauches, der sich in 2 Ausführungsgänge fortsetzt, die zwischen dem 7. und 8. Segment nach aussen münden. Die Geschlechtsprodukte gelangen nicht in die Leibeshöhle, sondern in den Hohlraum der Geschlechtsdrüse und von da durch den Aus-

führungsgang nach aussen. Ob die Ausführungsgänge modificirte Nephridien darstellen, müssen neue Untersuchungen entscheiden.

Die Myzostomiden (Fig. 176 u. 177) sind hermaphroditisch. Ihr Geschlechtsapparat lässt sich nicht recht mit dem anderer Annulaten vergleichen, erinnert vielmehr in manchen Punkten an den Geschlechtsapparat von Plathelminthen. Doch ist es wahrscheinlich, dass es sich hierbei mehr um eine Analogie als um eine Homologie handelt. Bei den geschlechtsreifen Thieren erfüllen zahlreiche Eizellen haufenweise das Parenchym zwischen den Darmästen, vorwiegend auf der Rückenseite. Diese Eimassen werden als Ovarien gedeutet. Es ist aber möglich, dass sie nur aus den von den wirklichen Eierstöcken gelieferten Eiern bestehen. Die Herkunft und Bildungsstätte der Eier ist wenigstens noch nicht sicher erkannt. Die reifen Eier gelangen in einen auf der Dorsalseite

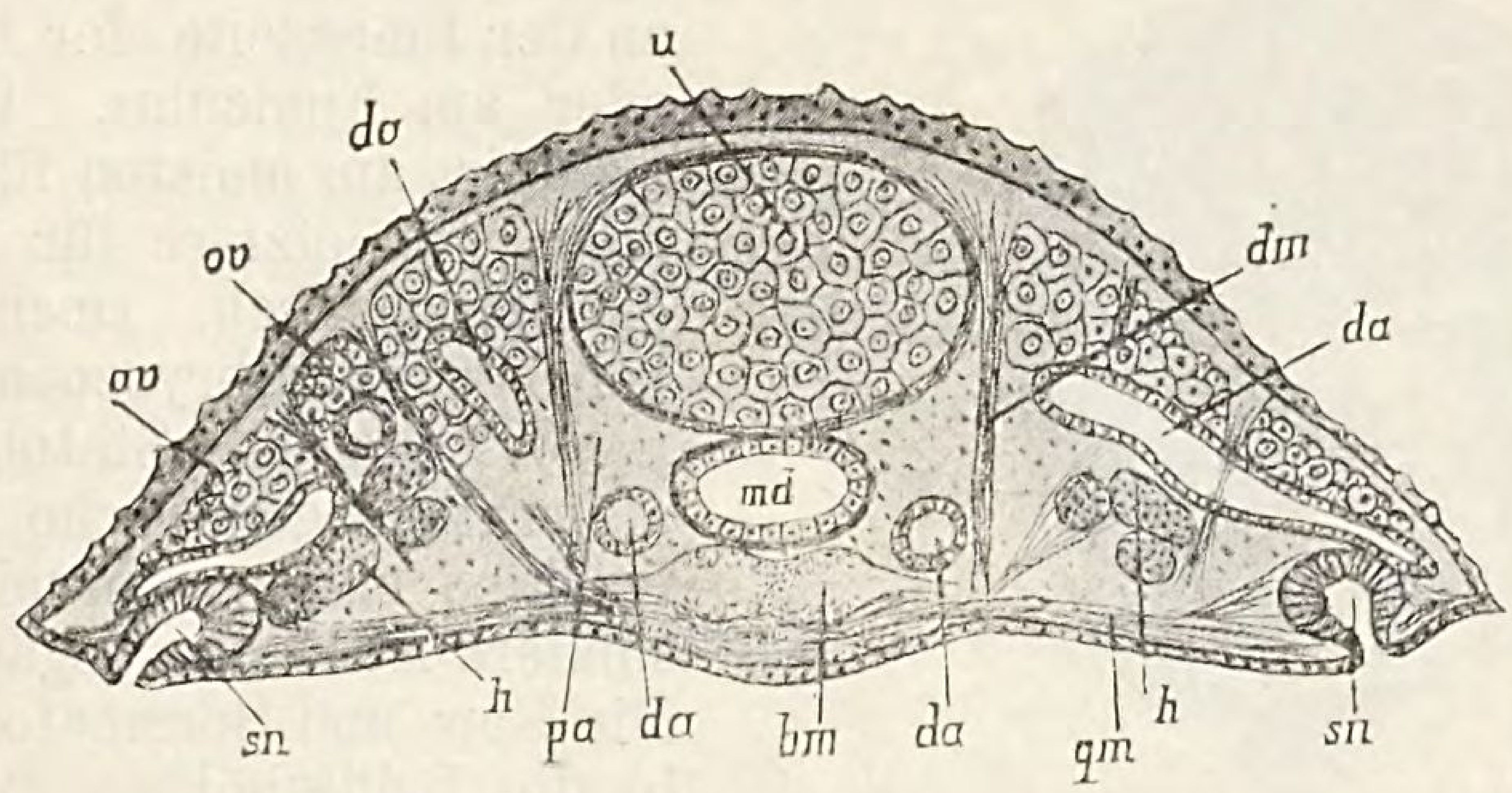


Fig. 177. **Querschnitt durch Myzostoma** (nach v. GRAFF). *ov* Ovarien, *da* Darmäste, *u* Uterus, *dm* dorsoventrale Muskelfasern, *sn* Saugnäpfe, *h* Hoden, *qm* transversale Muskeln, *bm* Bauchganglienmasse, *pa* Parenchym, *md* Darm.

des Magendarms liegenden geräumigen Uterus. Ein dorsaler und 2 seitliche Ovidukte verbinden den Uterus mit der Kloake. Der männliche Geschlechtsapparat ist paarig. Jederseits liegen verästelte solide Hodenstränge im Parenchym, unter dem Darm und seinen Verzweigungen. Jederseits sammelt ein vorderes und ein hinteres Vas deferens den Samen aus den Hoden. Beide Vasa deferentia treten in eine seitlich zwischen der 3. und 4. Sauggrube liegende muskulöse Samenblase ein, die sich am Körperrande nach aussen öffnet.

Prosopygier. Bildungsstätten der Eier und Samenfäden sind bei den Sipunculiden, Phoroniden und Brachiopoden bestimmte Stellen des Endothels der Leibeshöhle. Die Geschlechtsprodukte fallen in die Leibesflüssigkeit, von wo sie durch die Nephridien nach aussen entleert werden. Wir finden also hier dieselben Verhältnisse wie bei den Polychaeten.

Bei den Sipunculiden liegen die Keimstätten meist an der Basis der ventralen Rüsselretractoren. Phoronis ist hermaphroditisch. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte entstehen am asymmetrischen Bauchgefäss. Neuere Untersuchungen machen es wahrscheinlich, dass bei den

meisten, vielleicht bei allen Brachiopoden die Geschlechter getrennt sind. Die Keimdrüsen sind Wucherungen des Endothels der Leibeshöhle und liegen als verästelte oder netzförmige Stränge bei den Testicardines paarweise in der Leibeshöhle der beiden Mantellappen, bei den Ecardines in den Mantellappen und in der Leibeshöhle des Rumpfes oder in letzterer allein (Fig. 150, p. 225, Fig. 178).

Bei den Priapuliden werden die in der Jugend als Exkretionsorgane thätigen Analschläuche später zu den Bildungsstätten der Geschlechtsprodukte. Sie stellen dann Keimdrüsen und Ausführungsgänge zugleich dar.

Bei den Bryozoen kommt, wie es scheint, ziemlich regellos, bald Vertheilung der Geschlechter auf verschiedene Personen, bald Hermaphroditismus vor. Die Ovarien und Hoden entstehen bei den Ectoprocten als Zellwucherungen an der Innenseite der Leibeswand oder am Funiculus. Die erstere Lage ist am meisten für das Ovarium, die letztere für den Hoden charakteristisch. Doch entstehen bei Süsswasserbryozoen (Fig. 139, p. 207) auch die Statoblasten, die als parthenogenetische Eier zu betrachten sind, am Funiculus. Besondere Ausführungsgänge fehlen. Die Eier und Spermatozoen fallen in die Leibeshöhle. Wie sie von da nach aussen gelangen, ist noch nicht sicher ermittelt. Manche Forscher haben angenommen, dass bei hermaphroditischen Bryozoen eine Selbstbefruchtung in der Leibeshöhle stattfindet. Bei vielen marinen Ectoprocten (Chilostomen und einigen Cyclostomen) werden die reifen (befruchteten?) Eier in besondere kapselartige Aussackungen der Leibeswand, die sogenannten Ooecien oder Ovicellen aufgenommen, die als durch Knospung entstandene modificirte Personen betrachtet werden. Doch ist diese Auffassung bis jetzt ganz ungenügend begründet. Die Endoprocten scheinen getrennt geschlechtlich zu sein, vielleicht aber verhält sich die Sache so, dass sich die Ovarien und Hoden nicht gleichzeitig entwickeln. Zwei Hoden liegen zwischen Magen und Leibeswand, sie setzen sich in 2 Samenleiter fort, welche in eine Samenblase einmünden, die sich durch einen Porus in das Vestibulum (vertiefte Stelle zwischen den Tentakeln, in deren Grunde der Mund liegt) öffnet. Aehnlich verhält sich der weibliche Geschlechtsapparat: 2 Ovarien, 2 Ovidukte und ein unpaarer Endabschnitt, der durch einen Porus in das Vestibulum ausmündet. Der Geschlechtsapparat der Pterobranchien ist noch nicht genügend bekannt; unter den beiden Augen von Cephalodiscus liegen 2 Ovarien.

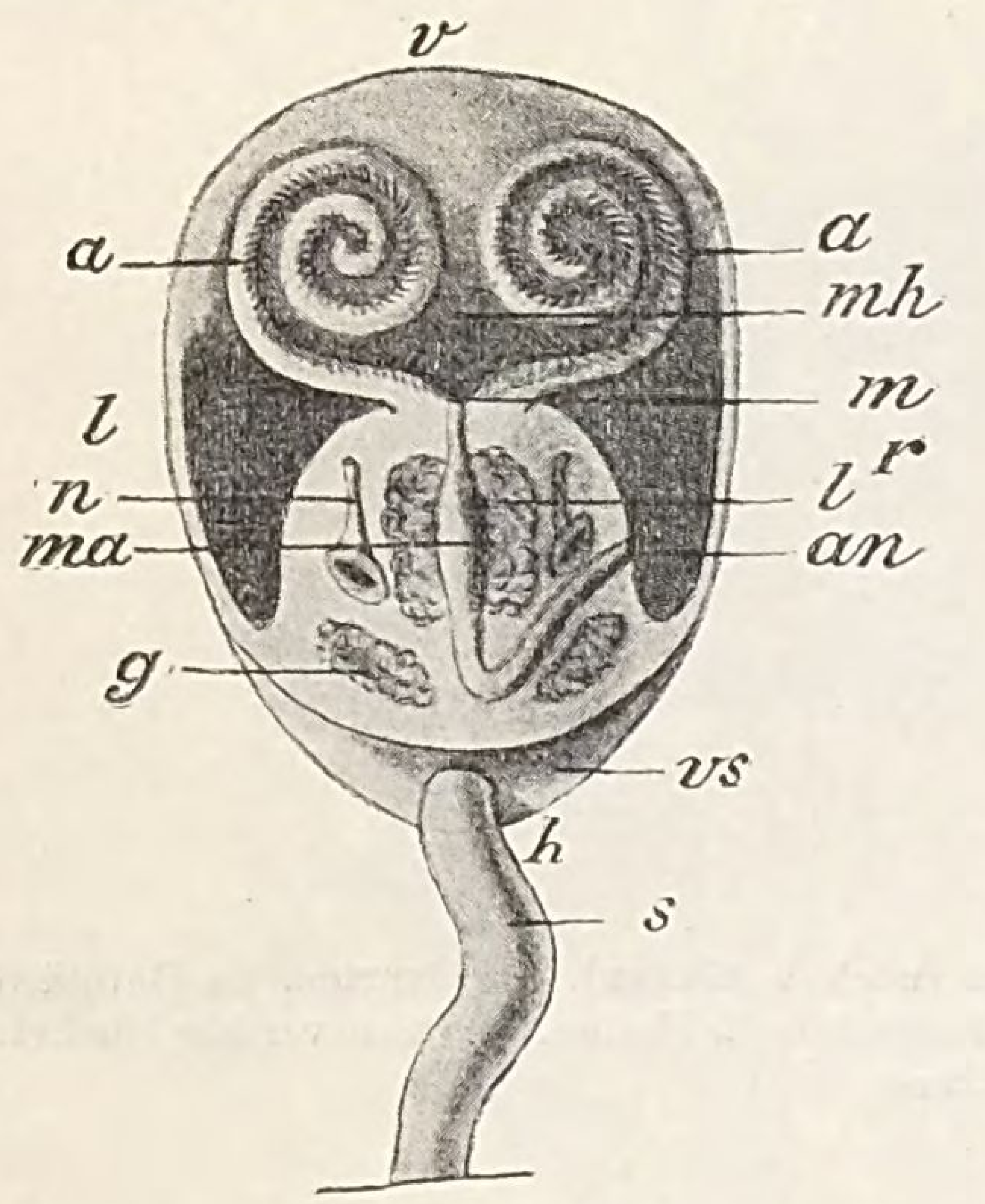


Fig. 178. **Schematische Darstellung der Organisation eines Brachiopoden von der Rückenseite**; die dorsale Schale und Mantelhälfte entfernt. *a* Arme, *mh* Mantelhöhle, *m* Mund, *l* Leber, *ma* Magen, *n* Nephridien, *an* Anus, *g* Genitaldrüse, *vs* Theil der ventralen Schale, welcher über die dorsale nach hinten vorragt, *v* vorn, *h* hinten, *r* rechts, *l* links.

Rotatorien (Fig. 162, p. 246). Hier herrscht Trennung der Geschlechter. Die meist unpaare, selten paarige weibliche Keimdrüse liegt neben, gewöhnlich unter dem Darm und besteht aus 2 Abschnitten, einem Keimstock, welcher die Eikeime liefert, und einem Dotterstock, welcher die jungen Eizellen mit reichlichem Dotter ausstattet. Die Keimdrüse, welche wir als Keimdotterstock bezeichnen können, ist von einer Membran umgeben, welche sich in den in die Kloake ausmündenden feinen Ovidukt fortsetzt. Der letzte Theil des Oviduktes, in welchem die Eier oft einige Zeit verweilen, kann als Uterus bezeichnet werden. Beim Männchen findet sich ein Hoden mit Vas deferens und vorstreckbarem Penis, welcher letztere am hintern Körperende liegt und durch den auch die contractile Endblase der Nephridien nach aussen mündet.

Dinophilus (Fig. 163, p. 247) ist getrennt geschlechtlich. Ein Ovarium liegt ander der Leibeshöhle zugekehrten Fläche der Darmwand, und zwar ventral an der Grenze zwischen Mitteldarm und Enddarm. Vielleicht entwickelt es sich aus einem bis jetzt allerdings noch nicht nachgewiesenen Endothel. Die reifen Eier fallen in die Leibeshöhle und werden durch einen vorübergehend auftretenden vor dem After gelegenen Porus der Leibeswand nach aussen entleert. Die männlichen Geschlechtsorgane sind zur Zeit noch nicht genügend bekannt. Beim Männchen von D. apatris findet sich am Hinterende ein kegelförmiges Organ (Penis), das in einer Tasche liegt, aus der es vorgestreckt und in welche es zurückgezogen werden kann.

Die Chaetognathen (Fig. 152, p. 226) sind hermaphroditisch. Die Ovarien sind zwei langgestreckte Schläuche, welche im hintern Theile der beiden seitlichen Kammern der Rumpfleibeshöhle liegen. Sie sind in ihrer ganzen Länge seitlich an der Leibeswand durch ein Mesenterium befestigt, welches sie allseitig sackförmig umhüllt. An der äussern Seite eines jeden Ovariums, von dessen Mesenterium mit umhüllt, verläuft ein langgestreckter Ovidukt, vorn blind endigend, hinten nahe dem Septum, welches Rumpf und Schwanz trennt, nach aussen mündend. Man weiss noch nicht, wie die Eier in die Ovidukte gelangen und nach aussen entleert werden. — Die zwei Hoden liegen als in die Leibeshöhle vorspringende Zellwülste oder Keimlager in den Seitenlinien der Leibeswand des Schwanzsegmentes. Gruppen von jungen Samenbildungszellen lösen sich los und gerathen in die beiden seitlichen Kammern der Schwanzhöhle. Von hier werden die reifen Spermatozoen durch die Samenleiter nach aussen entleert. An jedem Samenleiter unterscheidet man einen innern flimmernden Trichter, einen Samengang und eine Samenblase, die seitlich am Schwanzsegment nach aussen mündet. — Wir treffen also, vornehmlich am männlichen Geschlechtsapparat, ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den Chaetopoden, Sipunculiden, Phoronis und den Brachiopoden.

Geschlechtlicher Dimorphismus bei Würmern. Abgesehen von der Verschiedenheit der innern Geschlechtsorgane und äussern Begattungsapparate finden sich bei vielen getrennt geschlechtlichen Würmern unbedeutende äussere Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen. Bei einigen Würmern aber bedingen Unterschiede in der inneren Organisation, im äussern Habitus und in der Grösse zwischen den beiden Geschlechtern einen auffallend grossen sexuellen Dimorphismus. Dies gilt vornehmlich für die Rotatorien, Dinophilus und Bonellia. Es ist immer das Männchen,

welches dem Weibchen gegenüber verkümmert und meist zwerghaft erscheint. Die Rotatorienmännchen sind kleiner als die Weibchen, mit verkümmertem Darmkanal und vereinfachtem Räderapparat. Sie sind bis jetzt nur bei der Minderzahl der Gattungen und Arten bekannt und sind viel seltener als die Weibchen. Nur bei Seison gleichen die Männchen den Weibchen. Befruchtung der Rotatorieneier ist bis jetzt nicht beobachtet. Die Weibchen erzeugen gewöhnlich zweierlei Eier, zarthäutige Sommereier und hartschalige Wintereier, welche den Winter überdauern. Bei Dinophilus vorticoides sind die beiden Geschlechter nicht verschieden, bei D. apatris aber ist das Männchen kleiner, ohne Wimperringe. Mund, Darm und After fehlen. — Geradezu winzig klein im Verhältnis zum Weibchen sind die in ihrem Habitus einem rhabdocoelen Turbellar nicht unähnlichen, allseitig bewimperten Männchen von Bonellia, welche in verschiedener Anzahl parasitisch am Rüssel, im Oesophagus und zuletzt in dem als Uterus und Eileiter dienenden Nephridium des Weibchens leben. Der Darmkanal ist ohne Mund und ohne After. Ein Gefässsystem fehlt; ebenso der als Rüssel stark entwickelte Kopflappen des Weibchens. Im Ganzen bleiben die Männchen, abgesehen von den Geschlechtsorganen, auf der Stufe einer Larve zurück. Bei einigen Myzostomiden kommen sogenannte complementäre Männchen vor, welche beträchtlich kleiner als die hermaphroditischen Individuen, auf denen sie leben, sind. Ihre Organisation gleicht derjenigen der Hermaphroditen. Da man in ihrem Körper Rudimente von Ovarien und Ovidukten aufgefunden hat, so lassen sich die complementären Männchen nur als ursprüngliche Hermaphroditen mit einseitig entwickeltem männlichen Geschlechtsapparat oder als junge Hermaphroditen mit noch nicht ausgebildetem weiblichen Geschlechtsapparat auffassen.

XIII. Parthenogenesis.

Fortpflanzung durch unbefruchtete Eier kommt bei Rotatorien und Bryozoen sicher vor. Früher nahm man an, dass nur die Sommereier der Räderthiere zu ihrer Entwickelung der Befruchtung nicht bedürfen, während die Wintereier befruchtet werden müssen. Doch ist auch bei diesen letztern der Act der Befruchtung bis jetzt nicht beobachtet. Parthenogenetische Eier sind die Statoblasten der Süsswasserbryozoen, die übrigens auch bei einigen marinen Bryozoen vorkommen sollen. Es sind Eier, die in harte Hüllen eingeschlossen sind, an welchen mancherlei Einrichtungen (Luftringe, Fortsätze u. s. w.) vorhanden sind, die dazu dienen, die Statoblasten in der Luft oder im Wasser auszubreiten.

XIV. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospung und Theilung.

Viele Würmer, vornehmlich die Nemertinen, Chaetopoden, Sipunculiden, Phoronis und die Bryozoen, zeichnen sich durch ein hoch entwickeltes Regenerationsvermögen aus, welches für die Erhaltung des Individuums und der Art von grösstem Nutzen ist. Durch schädigende äussere Einflüsse verloren gegangene, abgebrochene, abgebissene etc. Körpertheile werden rasch wieder regenerirt, sogar solche, welche mit die wichtigsten Organe des Körpers enthalten, z. B. der vordere Körpertheil mit dem Gehirn. Isolirte Bruchstücke des Körpers vermögen sich bisweilen zu ganzen Thieren zu regeneriren. Auf eine solche zufällige Vermehrung durch freiwilligen oder gewaltsamen Zerfall des Körpers mit nachfolgender Regeneration wird

sich vielleicht einst, wie schon früher angedeutet wurde, überall im Thierreich die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Knospung und Theilung zurückführen lassen.

Eine solche Fortpflanzung kommt im Kreise der Würmer vor bei Polychaeten, Oligochaeten und Bryozoen.

Polychaeten. Eine Capitellide, Clistomastus, schnürt, höchst wahrscheinlich periodisch, den die Geschlechtsprodukte enthaltenden Hinterleib vollständig ab, um ihn periodisch durch Regeneration wieder neu zu bilden. Bei einer Syllidee: Haplosyllis spongicola, die in Schlupfwinkeln am Meeresgrunde lebt, bilden sich an einer Anzahl hinterster Segmente die Fussstummel und Borsten bei nahender Geschlechtsreife kräftiger aus. Die Zone derartig modificirter Segmente, in welcher sich Geschlechtsprodukte entwickeln, löst sich los und schwimmt als geschlechtliche Schwimmknospe frei im Meere umher, die Geschlechtsprodukte ausbreitend. Bei andern Sylliden (Syllis, Autolytus) bildet sich am Vorderende der Schwimmknospe ein neuer Kopf mit hoch entwickelten Augen, und zwar schon, bevor sie sich loslöst. Die losgelöste Schwimmknospe stellt dann ein completes Individuum (Person) dar, in welchem die Geschlechtsprodukte reifen. Das Individuum, von dem sich die Knospe losgelöst hat, erzeugt keine Geschlechtsprodukte, vermag aber an seinem Hinterende neue Schwimmknospen zu bilden. Die losgelösten Schwimmknospen oder Geschlechtsthiere können sich, abgesehen von den Geschlechtsorganen, auch in andern, hauptsächlich äussern Organisationsverhältnissen von dem Mutterthiere unterscheiden. Wir haben also einen Generationswechsel vor uns. Ein ungeschlechtlich bleibendes Mutterthier erzeugt auf ungeschlechtlichem Wege successive Tochterthiere, die sich loslösen, auf geschlechtlichem Wege, durch befruchtete Eier, fortpflanzen und von dem Mutterthier auch äusserlich abweichen: ungeschlechtliche und geschlechtliche Generation. Bei Myrianida (ebenfalls eine Syllidee) entstehen am Mutterthiere schon neue Knospen, bevor sich die hinterste abgelöst hat. So entsteht eine Kette von Knospen, von denen die hinterste die älteste, die vorderste die jüngste ist. Es handelt sich hier um eine axiale Knospung, welche mit der Strobilation grosse Aehnlichkeit hat.

Oligochaeten. Lumbriculus pflegt im Herbst in Stücke zu zerfallen, die sich alle zu ganzen Thieren zu regeneriren vermögen. Bei den Gattungen Aeolosoma und Ctenodrilus hat man bis jetzt keine Geschlechtsorgane und keine geschlechtliche Fortpflanzung, sondern nur ungeschlechtliche Fortpflanzung beobachtet. Bei Ctenodrilus monostylos schnürt sich der Körper in der Mitte ein und theilt sich schliesslich in 2 Stücke, von denen sich jedes wieder theilen kann. Erst nach der Loslösung regenerirt sich jedes Theilstück wieder zu einem normalen Thiere. Anders bei Ct. pardalis. Hier tritt in jedem Segment (mit Ausnahme des vordersten) hinter dem Dissepiment des vorhergehenden Segmentes eine Knospungszone auf, in welcher sich Gehirn, Schlund u. s. w. bilden. Die Ausbildung dieser Knospungszonen erfolgt von vorn nach hinten. Schliesslich trennen sich die so umgestalteten Segmente. An jedem setzt sich Vorder- und Enddarm mit dem Mitteldarm in Verbindung und es bildet sich die typische Segmentirung an ihm aus, so dass es zu einem completen Individuum wird. Bei Aeolosoma werden, ähnlich wie bei den Syllideen, mehrere hintere Segmente in die erste Knospe mit einbezogen. Während sich an dieser vorn der Kopf bildet, wächst sie sowohl als das Mutterthier in die Länge, und letzteres bildet hinten wieder Knospen, bevor sich die erste und älteste, zugleich

hinterste Knospe losgelöst hat. Am complicirtesten sind die Knospungsvorgänge bei Naiden und Chaetogaster, indem hier sowohl an dem (vordern) Mutterindividuum, als an dem Tochterindividuum neue Knospungserscheinungen auftreten, bevor sich beide von einander losgelöst haben. So entstehen Ketten von mehreren Individuen, die verschieden alt und verschieden weit ausgebildet sind. Das Alter und die Ausbildungsstufe lässt sich durch eine Formel angeben. A bezeichnet das vorderste und älteste Individuum, an welchem zuerst das Tochterindividuum B auftrat; darauf kam die Knospe C am Individuum B zur Anlage u. s. w. Eine z. B. bei Nais barbata zu beobachtende Knospenfolge (von vorne nach hinten) ist folgende: A, F, D, B, E, C. Schliesslich löst sich die Kette in die einzelnen Glieder auf, die sich nun nicht mehr ungeschlechtlich fortpflanzen, sondern die Zahl ihrer Segmente vermehren und als Geschlechtsindividuen die Geschlechtsprodukte zur Entwickelung bringen können. Es herrscht also auch hier insofern eine Art Generationswechsel, als geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung sich gegenseitig ausschliessen.

XV. Stockbildung.

Die in Tiefseeschwämmen lebende eigenthümliche Syllis ramosa bildet durch seitliche Knospung vielfach verzweigte und verästelte Stöcke, an denen, in Uebereinstimmung mit den meisten übrigen Syllideen, besondere sich loslösende Geschlechtsindividuen zur Entwicklung gelangen. Dies ist der einzige Fall von seitlicher Knospung bei Chaetopoden. — Durch seitliche Knospung entstehen bei den Bryozoen ganz allgemein Thierstöcke von der verschiedenartigsten Gestalt. Bald sind sie baumförmig, bald büschelförmig, bald flechten- oder krustenartig ausgebreitet, bald erheben sich zahlreiche Einzelthiere auf einem kriechenden Stamm. So wiederholen sich bei den Bryozoen vornehmlich die bei den Hydroiden bestehenden Verhältnisse. Nur allein bei Loxosoma lösen sich die Knospen ab, so dass es nie zur Bildung eines dauernden Stockes kommt. — An den Stöcken vieler Chilostomen-Bryozoen finden sich eigenthümliche Anhänge, sogenannte Vibracularia und Avicularia. Die erstern sind Knöpfe an der Wand der gewöhnlichen Individuen (Zooecien), welche je eine lange Borste tragen, durch deren ausgiebige Bewegungen wahrscheinlich Nahrungspartikelchen herbeigeholt werden und das die Kolonie umgebende Wasser in Bewegung versetzt wird. Die gestielten Avicularien sind Greifapparate, welche kleine Thierchen so lange festhalten, bis diese absterben. Der Mechanismus ist ein ähnlicher, wie bei einer Krebsscheere oder bei einem Vogelschnabel; ein beweglicher Ast ist auf einem unbeweglichen eingelenkt und wird durch eine besondere, kräftige Muskulatur bewegt, so dass sich die Scheere öffnen und schliessen kann. Avicularien und Vibracularien werden, ebenso wie die früher erwähnten Ooecien oder Ovicellen, als umgebildete, darmlose Personen betrachtet. Doch steht die Annahme eines Polymorphismus der Chilostomen-Stöcke bis jetzt noch auf schwachen Füssen. Bei marinen Bryozoen stehen alle Personen eines Stockes durch ein Netzwerk von Nervenfäden mit einander in Verbindung, welches man als Colonialnervensystem bezeichnet hat.

XVI. Ontogenie der Würmer.

Die Eier der Würmer sind entweder holoblastisch alecithal oder holoblastisch telolecithal. In letzterem Falle kann der Dotter in sehr ver-

schieden grosser Menge vorhanden sein. Der Beschaffenheit des Eies entsprechend nimmt die Furchung und Gastrulation einen verschiedenen Verlauf. Bald führt (beim holoblastischen alecithalen Ei, Beispiel Sagitta) eine totale und ziemlich äquale Furchung zur Bildung einer Coeloblastula und darauf durch Invagination zur Bildung einer Coelogastrula. Bald ist die Furchung mehr oder weniger inäqual und oft mit Micromerenbildung verbunden (vergl. p. 122, Furchung von Bonellia). Es finden sich je nach der Menge des im Ei abgelagerten Dotters alle Uebergänge von einer Coeloblastula zu einer Sterroblastula, von einer Invagination zu einer Epibolie und von einer Coelogastrula bis zu einer Sterrogastrula. Alecithale Eier oder telolecithale Eier mit wenig Nahrungsdotter, Coeloblastulae und Coelogastrulae

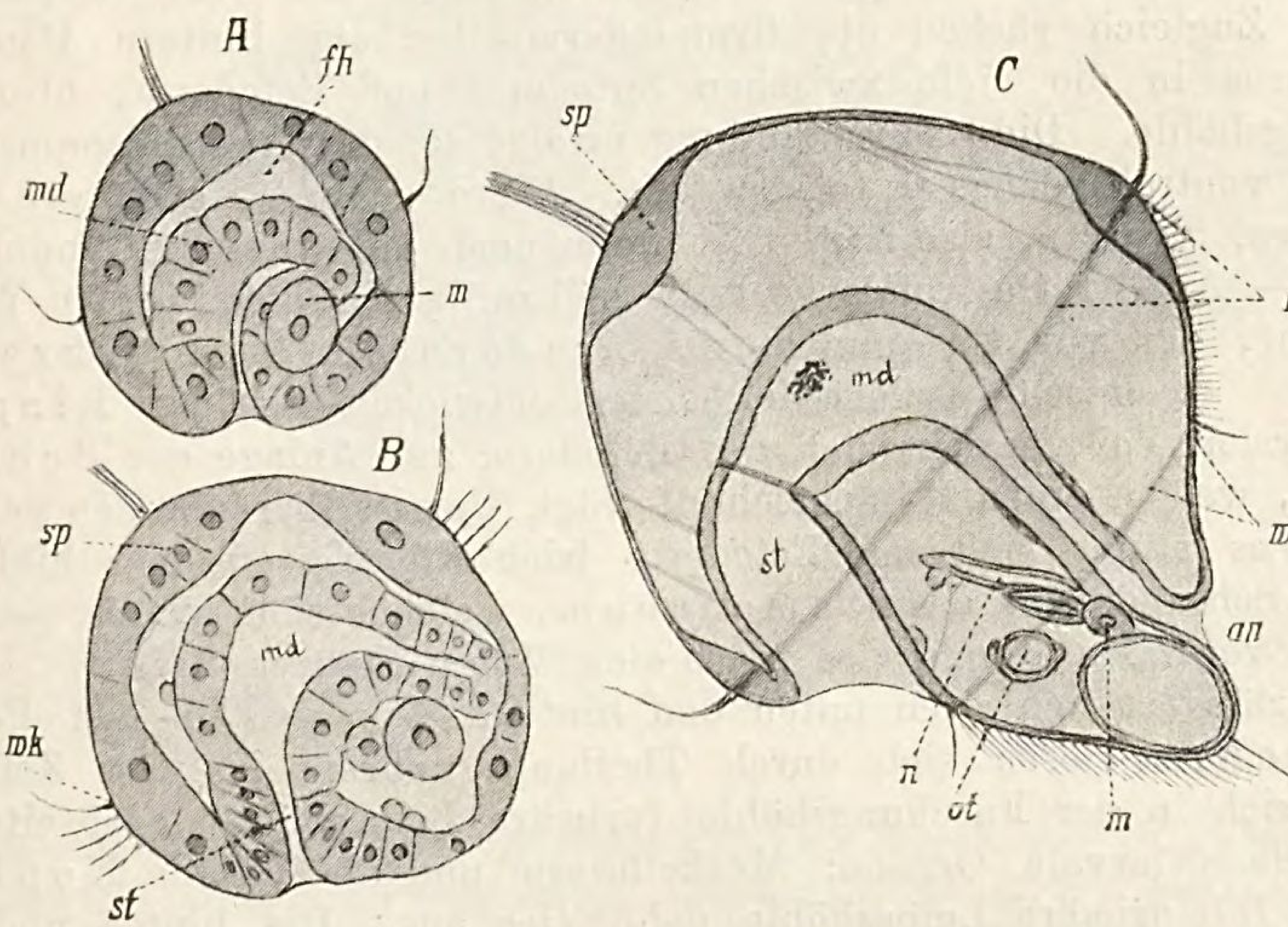


Fig. 179. *A*, *B*, *C* **Drei Entwickelungsstadien der Larve (Trochophora) von Eupomatus,** von der Seite. *m* Polzellen des Mesoderms, *md* Mitteldarm, *fh* Furchungshöhle, *sp* Scheitelplatte, *wk* praeoraler Wimperkranz, *st* Stomodaeum, wk_1 postoraler Wimperkranz, *n* larvales Kopfnephridium, *ot* Otolith, *an* After. Nach Hatschek.

finden sich in Wurmgruppen, bei denen sehr frühzeitig eine frei herumschwimmende und sich selbständig ernährende Larve zur Entwickelung gelangt. Dies ist der Fall bei sehr vielen marinen Würmern, vornehmlich bei Nemertinen, Polychaeten, Sipunculiden, Bryozoen, Phoronis, Brachiopoden, Chaetognathen. Telolecithale Eier mit viel Nahrungsdotter, Sterroblastulae und Sterrogastrulae finden sich da, wo das sich entwickelnde Thier erst sehr spät, in einem dem erwachsenen ähnlichen Zustande, sich selbständig zu bewegen und zu ernähren anfängt, vornehmlich da, wo eine sogenannte direkte Embryonalentwickelung stattfindet: Oligochaeten, Hirudineen, Rotatorien.

Ich will zunächst an einem willkürlich gewählten Beispiel die Entwickelung einer Wurmlarve aus einer Gastrula in grossen Zügen schildern und dann zu einem Vergleich der verschiedenen Larvenformen der Würmer übergehen. Ich wähle eine Polychaetenlarve, und zwar die einer Serpulide, Eupomatus uncinatus (Fig. 179). Die Blastula hat ein enges Blastocoel. Die Zellen der obern animalen Hälfte sind kleiner und zahlreicher als die

der untern, vegetativen. Die ersteren bilden das Ectoderm, die letzteren das Entoderm. Frühzeitig treten an einer Seite der Blastula, welche wir als Analseite bezeichnen können, 2 kuglige Zellen an der Grenze zwischen Ectoderm und Entoderm besonders deutlich hervor. Durch das Auftreten dieser Urmesodermzellen wird die Blastula bilateral-symmetrisch. Man kann ausser einer aboralen oder animalen Seite und einer oralen oder vegetativen Seite auch ein vorn und hinten (wo die 2 Urmesodermzellen liegen) und mithinein rechts und links und eine Medianebene unterscheiden. Die beiden Urmesodermzellen liegen rechts und links von der Medianebene. — Die vegetative oder entodermale Wand der Bastula stülpt sich dann in die Furchungshöhle ein, indem zugleich das Ectoderm sich über den eingestülpten Theil (den Urdarm) vorwölbt. Der Vorgang nimmt also zwischen Invagination und Epibolie eine vermittelnde Stelle ein. — Zugleich rücken die Urmesodermzellen am hintern Rande des Blastoporus in die Tiefe zwischen Entoderm und Ectoderm, also in die Furchungshöhle. Die Gastrulabildung erfolgt so, dass der Blastoporus eine mediane ventrale Längsspalte darstellt. Diese schliesst sich von hinten nach vorn, bis vorn, also excentrisch, nur noch eine kleine Oeffnung übrig bleibt. — An der Gastrulalarve tritt frühzeitig ein äquatorialer Wimperkranz auf, den wir von nun an als praeoralen Wimperkranz bezeichnen. In dessen basalem Zellpolster entwickelt sich ein Ringnerv. Am aboralen Pol verdickt sich das Ectoderm zur Anlage der Scheitelplatte, welche einen Wimperschopf trägt. Unmittelbar um den verengten Blastoporus stülpt sich das Ectoderm trichterförmig ein und bildet den larvalen Schlund oder das Stomodaeum, welches sich immer mehr dem vordern ventralen Rande des praeoralen Wimperkanzes nähert. Der Urdarm verlängert sich nach unten und hinten. Von den Ur- oder Polzellen des Mesoderms lösen sich durch Theilung mehrere kleinere Zellen ab, welche sich in der Furchungshöhle (primäre Leibeshöhle) ausbreiten und verschiedene larvale Organe: Muskelfasern und die larvale Kopfniere bilden. Die primäre Leibeshöhle dehnt sich aus. Die hinter und unter dem praeoralen Wimperkranze gelegene Körperhälfte nimmt eine kegelförmige Gestalt an. Die Spitze des Kegels bezeichnet das Hinterende. Vom Hinterende bis zum Mund plattet sich der Körper ab. Auf der dieser Bauchseite gegenüberliegenden Rückenfläche bricht das Hinterende des Darmes durch eine geringfügige Einstülpung des Ectoderms, das Proctodaeum mit After, nach aussen durch, und zwar unweit vor dem Hinterende der Larve. Diesem letzteren diametral entgegengesetzt liegt an dem vom praeoralen Wimperkranz umsäumten Scheitelfelde die Scheitelplatte, welche wenigstens einen Theil der Anlage des Gehirnes darstellt. Ein Pigmentfleck (Auge) entsteht asymmetrisch in einer Zelle des Scheitelfeldes. Hinter dem Munde tritt ein schwächerer postoraler Wimperkranz auf. Das ganze Ectoderm zwischen praeoralem und postoralem Wimperkranz ist mit kürzern Cilien besetzt und bildet so eine adorale Wimperzone. Vom Munde bis zum Hinterende bildet sich eine schmale medioventrale Wimperzone. Zwei Gehörbläschen entwickeln sich aus zwei Ectodermzellen unmittelbar hinter dem postoralen Wimperkranz und rücken später in die Tiefe. Von den beiden in der Nähe des Hinterendes gelegenen Polzellen des Mesoblastes aus entwickeln sich nach vorn durch Abschnürung kleinerer Zellen und fortwährende Theilung derselben zwei Zellstreifen oder Zellbänder, die dem ventralen Ectoderm jederseits anliegen, es sind die beiden Mesodermstreifen. — Die Larve ist jetzt auf dem Stadium angelangt, welches man als Trochophora-Stadium be-

zeichnet. Sie schwimmt vermittelst der Wimperkränze frei umher. Der hinterste kleinere Körpertheil mit Darm, Proctodaeum, hinterem Theil der Mesodermstreifen stellt die Anlage des später gegliederten Rumpfes plus Aftersegment dar, der ganze grosse übrige Theil enthält die Anlage des Kopf- oder Mundsegmentes.

Larven vom Trochophoratypus kommen nicht nur bei Würmen, sondern auch bei Mollusken in grosser Verbreitung vor.

Nachdem wir nun eine Polychaeten-Trochophora kennen gelernt haben, wollen wir die wichtigsten übrigen Wurmlarven betrachten.

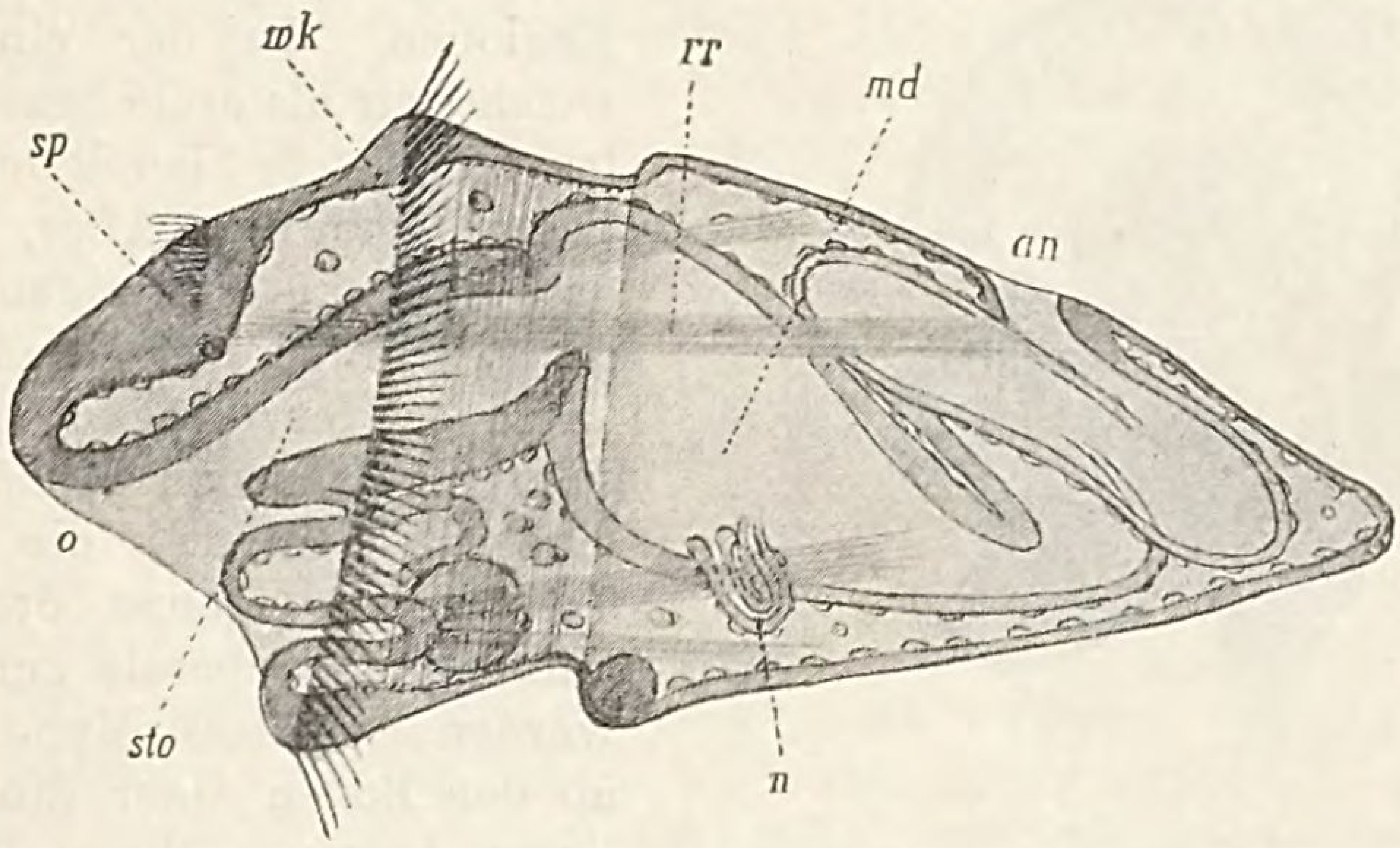


Fig. 180. **Larve von Sipunculus** (nach HATSCHEK). *o* Mund, *sp* Scheitelplatte, *sto* Stomodaeum, *wk* postoraler Wimperkranz, *rr* Retractoren des Vorderkörpers (Rüssel), *md* Mitteldarm, *n* Nephridium, *an* After.

Die eben ausgeschlüpfte freischwimmende Larve der Sipunculiden (Fig. 180) ist schon bedeutend weiter entwickelt, als die Polychaeten-Trochophora, mit der sie aber im ganzen eine grosse Uebereinstimmung zeigt. Bei der Sipunculus-Larve fehlt der charakteristische praeorale Wimperkranz der Trochophoralarve, doch soll ein solcher, schwach entwickelt, bei der Phascolosomalarve vorkommen. Dagegen ist ein postoraler Wimperkranz stark ausgebildet. Der Darm besteht, wie bei der Trochophoralarve, aus Stomodaeum, Mitteldarm und Proctodaeum. Das letztere ist etwas vom Hinterende auf den Rücken verschoben, und indem die postanale Körperregion im Vergleich zu der praeanalen unvergleichlich stärker wächst, kommt die für das erwachsene Thier charakteristische vordere Lage des Afters zu Stande. An derselben Stelle wie bei der Polychaeten-Trochophora findet sich die Scheitelplatte mit 2, später 4 larvalen Augenflecken. Eine larvale Kopfniere gelangt nicht zur Ausbildung. Dagegen ist das Mesoderm schon viel weiter entwickelt als bei der Polychaeten-Trochophora. Es sind schon die Retractoren des Vorderkörpers (Rüssel) angelegt und die Anlagen der beiden Rumpfnephridien sind schon ausgebildet. Eine geräumige Leibeshöhle ist vorhanden, aber sie entspricht nicht der primären Leibeshöhle der Trochophora, sondern der secundären, innerhalb der Mesoblaststreifen auftretenden Leibeshöhle der Annulaten, so dass unter der Haut und um den Darm schon eine Lage von Mesodermzellen vorhanden ist, dem parietalen und dem visceralen Blatt des Mesoderms der Annulaten entsprechend. Während aber bei den Annulaten die Mesodermstreifen sich segmentiren und die Leibeshöhle sich dementsprechend auch in die segmentalen hintereinander liegenden Kammerpaare gliedert, unterbleibt

bei den Sipunculiden sowohl eine Segmentirung des Mesoderms als der Leibeshöhle.

B r y o z o e n. Eine Deutung der verschiedenen, zum grössern Theil noch ungenügend bekannten Larvenformen der Bryozoen und die Feststellung ihrer Beziehungen zum erwachsenen Thier ist sehr schwierig. Ich beschränke mich darauf, die Larve der Endoprocten (Fig. 181, Pedicellina) zu besprechen. Ein auf einem dicken Ringwulst verlaufender Wimperkranz theilt den Körper der Larve in zwei Regionen. In der einen Region, welche wir als orale bezeichnen wollen, und welche überall bewimpert ist, liegen Mund und After, der letztere auf einer kegelförmigen Hervorragung. Hinter dem Munde zeigt sich auf einer Hervorragung ein Wimperschopf. Zwischen Mund und After eine Einsenkung, die Vestibularspalte. Die ganze orale Region kann in die aborale zurückgezogen werden, so dass Mund und After an den Boden einer Einsenkung zu liegen kommen, deren Rand durch den Wimperkranz gebildet wird und die wir als Vestibulum bezeichnen. In der Mitte der aboralen Region erhebt sich ein Wimperschopf. Am Boden dieses Wimperschopfes springt ein aus langen Ectodermzellen bestehendes Organ, die sogenannte Kittdrüse, gegen das Innere der Larve vor. Ausserdem findet sich an der Aboralregion noch ein anderes, nach innen vorspringendes sackartiges Organ, in welches sich von aussen ein kurzer Kanal erstreckt, das sogenannte Dorsalorgan. Beide Organe sollen bei der spätern Metamorphose zu Grunde gehen. Was die innere Organisation anbetrifft, so finden wir ein Stomodaeum, einen sackartigen Mitteldarm und

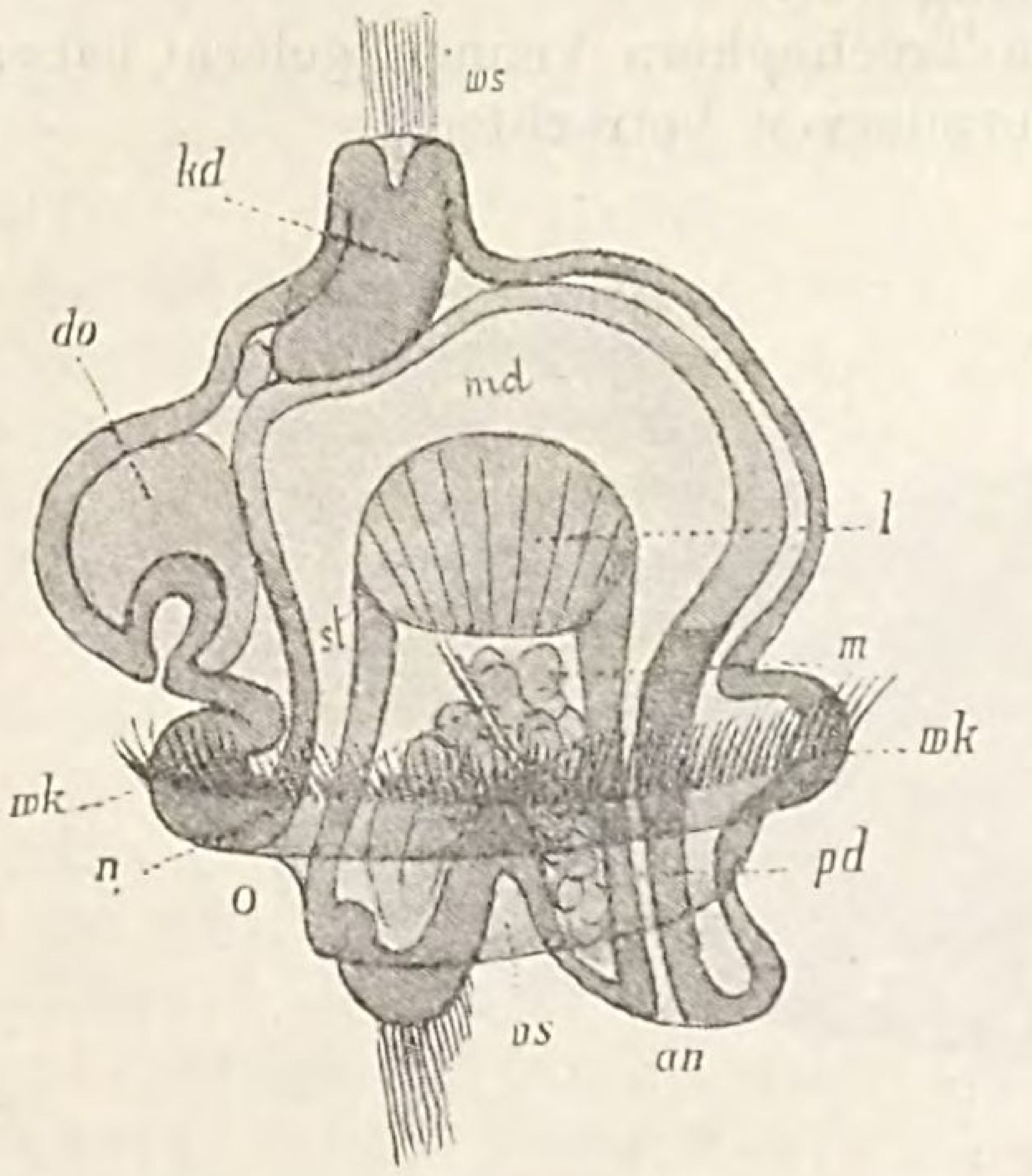


Fig. 181. **Larve von Pedicellina** (nach Hatschek), von der Seite. *o* Mund, *n* Nephridium, *wk* Wimperkranz, *do* Dorsalorgan, *kd* „Kittdrüse", *ws* Wimperschopf, *l* „Leber", *m* Mesodermzellen, *pd* Proctodaeum, *an* Anus, *vs* Vestibularspalte, *st* Stomodaeum, *md* Mitteldarm.

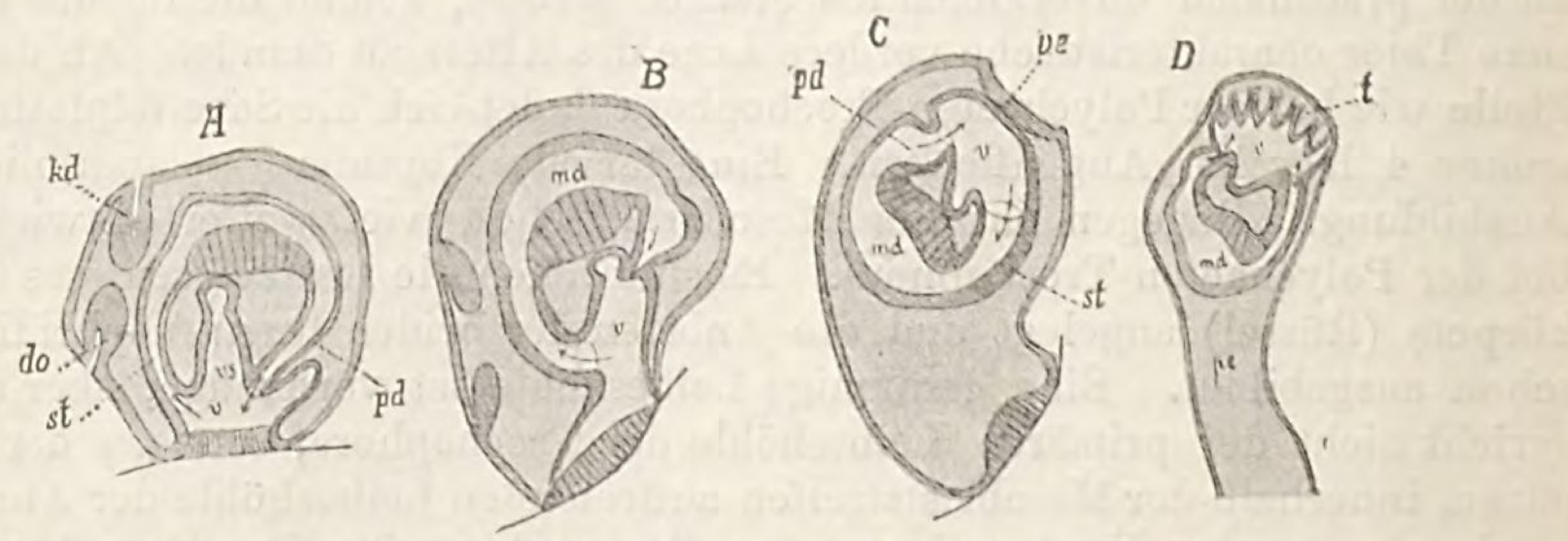


Fig. 182. *A*, *B*, *C*, *D* **Vier Stadien der Metamorphose der festgehefteten Larve von Pedicellina.** *do* Dorsalorgan, *kd* „Kittdrüse", *st* Stomodaeum, *md* Mitteldarm, *pd* Proctodaeum, *v* Vestibulum, *vs* Vestibularspalte, *t* Tentakelanlage, *pe* Stiel. Die Pfeile weisen auf die Richtung vom Mund zum After. *ve* Einstülpung der Leibeswand gegen das Vestibulum; nach Barrois.

einen zum After emporsteigenden Enddarm. Die dem Vestibulum zugekehrte Wand des Darmes ist stark verdickt und wird als Leber bezeichnet. In verschiedener Weise angeordnete Muskeln dienen zur Retraction der Oralregion. Zwischen Magendarm und Körperepithel der oralen Region liegt ein Masse von Mesodermzellen und mit ihr jederseits in Verbindung ein flimmerndes Kanälchen (Nephridien des erwachsenen Thieres?). Wenn man diese Bryozoenlarve, mit welcher die als Cyphonautes bekannte Ectoproctenlarve von Membranipora eine beträchtliche Uebereinstimmung zeigt, mit einer Polychaeten-Trochophora vergleichen will, so muss man den Wimperring dem praeoralen Wimperkranz gleich setzen. Dann würde die sogenannte Kittdrüse mit dem Wimperschopf der Lage nach der Scheitelplatte der Trochophora entsprechen. — Die Weiterentwickelung der Pedicellinalarve ist mit einer eigenthümlichen Metamorphose verknüpft (Fig. 182 A—D). Die Larve setzt sich mit der oralen Region fest, indem sich das Vestibulum zugleich über Mund und After durch Zusammenwachsen seiner freien Ränder schliesst. Darauf macht der ganze Darmkanal mit dem modificirten Vestibulum innerhalb des sackartig ihn umhüllenden Ectoderms eine Drehung, so dass später, umgekehrt wie in der Larve, das Vestibulum mit dem in dasselbe einmündenden Stomodaeum und Proctodaeum dem freien Ende der Larve, der ursprünglichen Aboralregion, zugekehrt ist. Durch eine neue Einstülpung des Ectoderms setzt sich das Vestibulum mit der Aussenwelt in Verbindung; an der Vereinigungsstelle entstehen die Tentakel. — Diesen ontogenetischen Befunden zufolge würde also der After nicht dorsal, sondern ventral hinter dem Munde liegen und ebenso der Ganglienknoten, der also nicht dem Gehirn der übrigen Würmer homolog wäre. — Doch sind zur Klärung der Frage erneute Untersuchungen, hauptsächlich über die Entwicklung des Nervensystems, nothwendig.

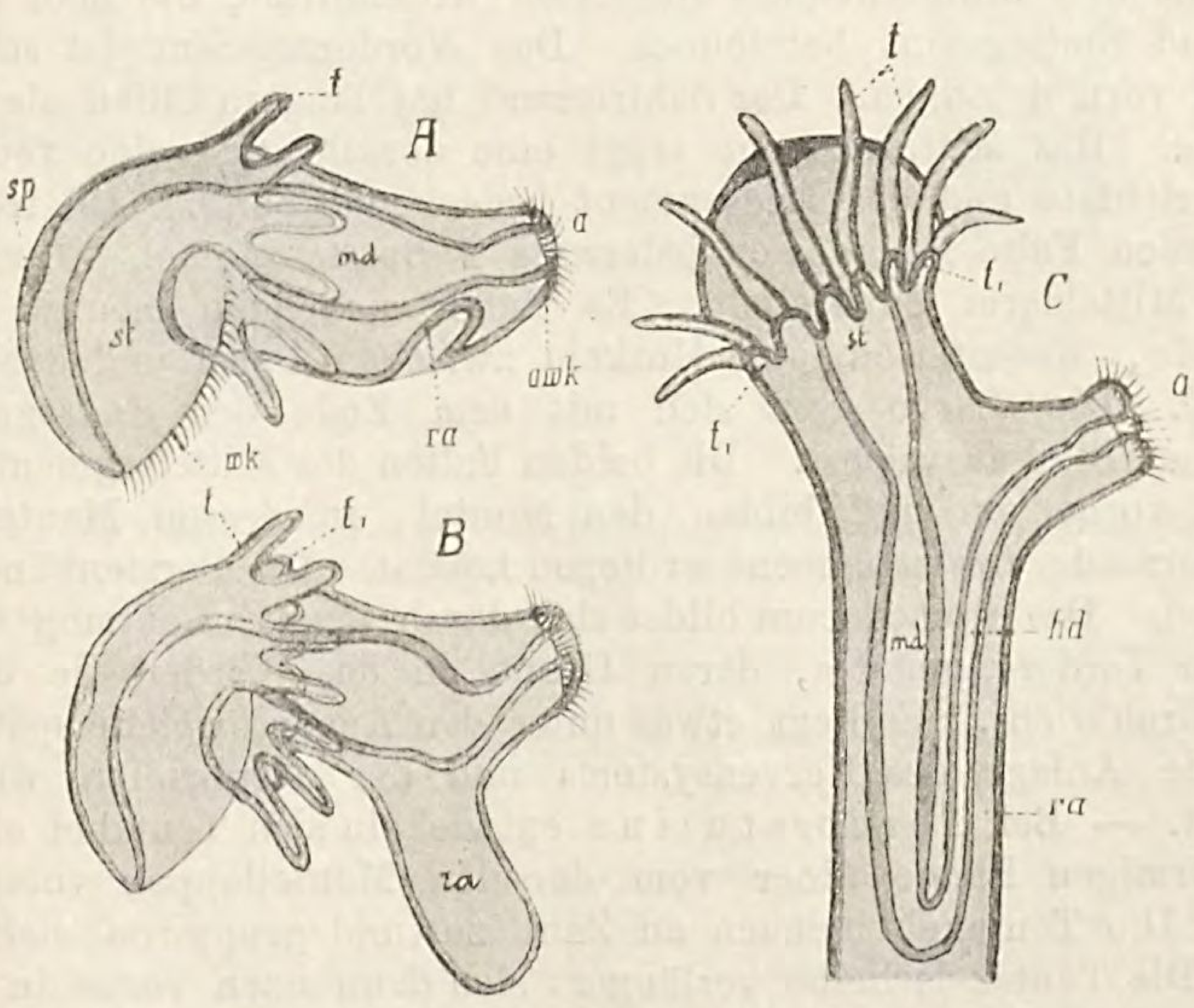


Fig. 183. *A*, *B*, *C* **Drei Stadien der Metamorphose der Larve von Phoronis (Actinotrocha)**, von der Seite. *sp* Scheitelplatte, *wk* Wimperorgan, *st* Stomodaeum, *t* Larvententakel, t_1 definitive Tentakel, *md* Mitteldarm, *ra* Anlage des Rumpfes (Stieles), bei der Larve A eingestülpt, bei B ausgestülpt, bei C zum Rumpf ausgewachsen, *a* After, *awk* analer Wimperkranz, *hd* Hinterdarm. (Z. Th. nach METSCHNIKOFF.)

Die Larve von Phoronis (Fig. 183) ist unter dem Namen Actinotrocha bekannt. Mund und After liegen an entgegengesetzten Enden des bewimperten Larvenkörpers. Ueber den Mund hängt ein grosser Kopflappen herunter, dessen Rand stärkere Cilien trägt und der wahrscheinlich dem praeoralen Wimperring der Trochophora entspricht. Im Ectoderm des Kopflappens liegt ein larvales Ganglion (Scheitelplatte), welches bei einer Art mit 4 Augenflecken ausgestattet ist. Hinter dem Munde liegt ein Ring von Larvententakeln und unmittelbar hinter diesen die Anlagen der definitiven Tentakel, an deren Basis der Nervenring der erwachsenen Phoronis sich anlegt. Um den After findet sich ein starker Wimperkranz. Hinter den definitiven Tentakeln auf der Bauchseite liegt die in den Larvenkörper eingestülpte Anlage des Rumpfes. Die secundäre Leibeshöhle ist wohl ausgebildet. Vor der eingestülpten Anlage des Rumpfes liegt jederseits ein Nephridium vom Habitus der Kopfnephridien der Trochophora. Sie werden zu den definitiven Nephridien der erwachsenen Phoronis. — Die so gestaltete Actinotrocha sinkt zu Boden; der eingestülpte Rumpf stülpt sich aus und wächst rasch, indem zugleich der Mitteldarm in ihn hineintritt und eine Schlinge mit aufsteigendem und absteigendem Schenkel bildet. Der ganze Kopflappen mit Scheitelplatte und die Larvententakel werden abgeworfen und von der jungen Phoronis verzehrt. Durch alle diese Vorgänge hat sich der Körper dem erwachsenen Zustande genähert, vornehmlich ist ersichtlich, wie durch die Ausstülpung und das starke Wachsen des Rumpfes und das relativ minime Wachsthum des bleibenden Theiles des ursprünglichen Larvenkörpers der After in die dorsale Nähe des Mundes zu liegen kommt. Der Vorgang lässt sich ungezwungen auf den ähnlichen Vorgang bei Sipunculus zurückführen, nur dass dort die Anlage des Rumpfes nie in den Larvenkörper eingestülpt ist.

Brachiopoden. Die freischwimmende Larve von Argiope (Fig. 184) besteht aus drei hintereinander liegenden Abschnitten, die man als Vorder- Mittel- und Endsegment bezeichnet. Das Vordersegment ist schirmförmig und trägt vorn 4 Augen. Der Schirmrand hat längere Cilien als die übrige Oberfläche. Das Mittelsegment trägt eine dorsale und eine ventrale nach hinten gerichtete und das Endsegment bedeckende Falte. Am freien Rande der ventralen Falte finden sich jederseits 2 Borstenbündel. Vom Darm ist nur der Mitteldarm entwickelt. Es findet sich eine paarige secundäre Leibeshöhle, Mesenterien und Muskeln zwischen Darm und äusserer Haut der Larve. Die Larve setzt sich mit dem Ende des Endsegments fest, welches zum Stiel auswächst. Die beiden Falten des Mittelsegmentes klappen sich nach vorne um und bilden den Mantel, in dessen Mantelhöhle das sich reducirende Vordersegment zu liegen kommt. Die Borstenbündel werden abgeworfen. Das Stomodaeum bildet sich durch eine Einsenkung der Leibeswand des Vordersegmentes, deren Grund in das Vorderende des Mitteldarmes durchbricht. Es liegt etwas unter den Augen, welche später degeneriren. Die Anlage des Nervensystems und der Nephridien wurde nicht beobachtet. — Bei Terebratulina entwickeln sich Tentakel als Knospen am ringförmigen Rande einer vom dorsalen Mantellappen vorspringenden Scheibe. Die Tentakel nehmen an Zahl zu und gruppiren sich hufeisenförmig. Die Tentakelscheibe verlängert sich dann nach vorne in zwei Fortsätze, die Arme, auf welchen die in zweizeiliger Anordnung stehenden Tentakel zu den Armcirren werden. Hierin lässt sich eine grosse Uebereinstimmung mit Bryozoen und Phoronis nicht verkennen. Wenn sich herausstellen sollte, dass bei der Brachiopodenlarve die Stelle am schirmförmigen Vordersegment, wo die Augen liegen, der Scheitelplatte von

Actinotrocha entspricht, so würde die Uebereinstimmung mit der Phoronisentwickelung eine beträchtliche sein. Das Endsegment der Brachiopodenlarve entspricht vielleicht dem sich ausstülpenden Rumpftheile (Stiel) der Actinotrocha. Der orale Nervenring dürfte bei Brachiopoden und Phoronis homolog sein.

Eine bei Nemertinen vorkommende freischwimmende Larve wird als Pilidium (Fig. 186) bezeichnet. Sie ist helmförmig. Man unter-

Fig. 184.

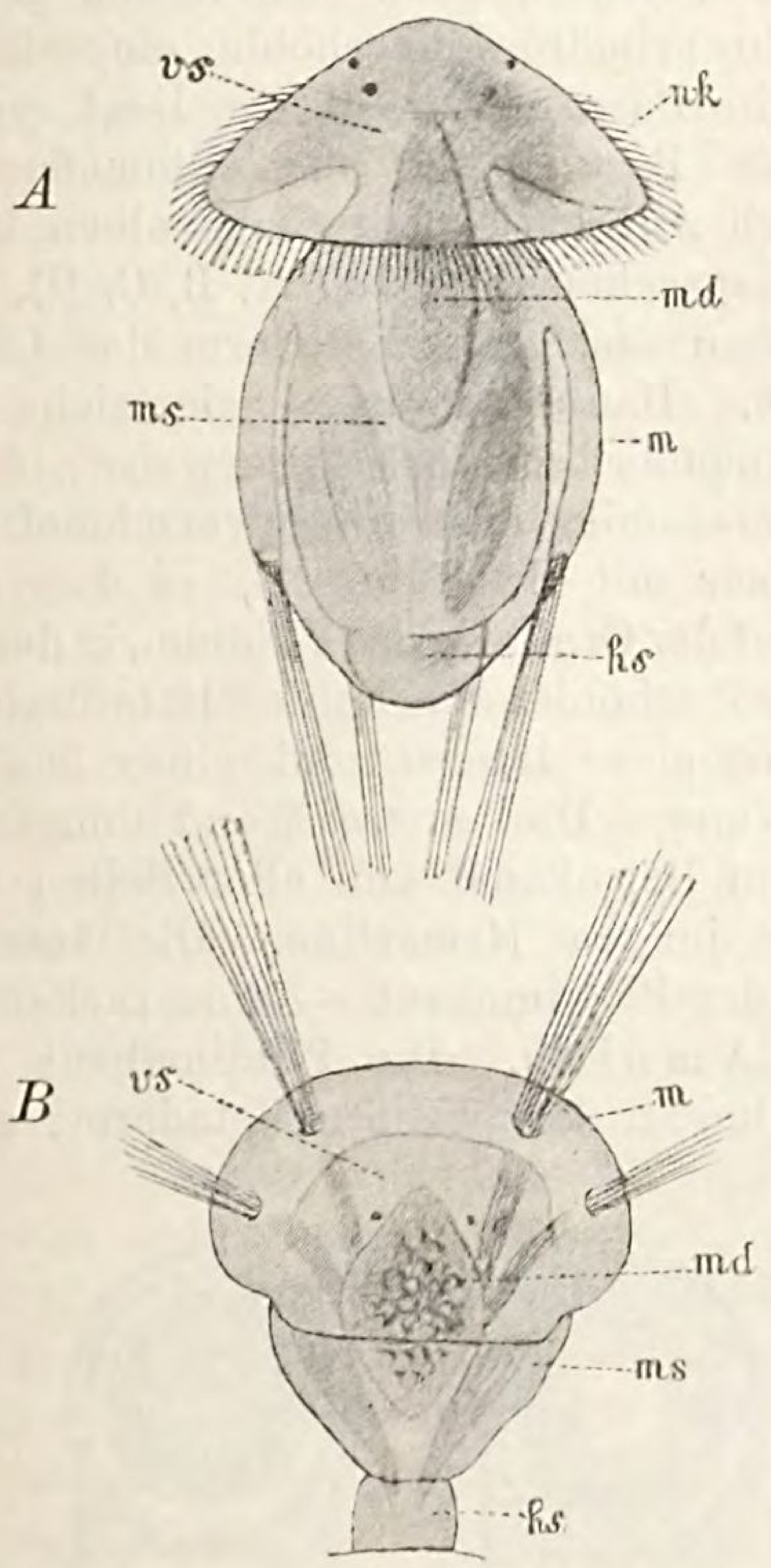


Fig. 185.

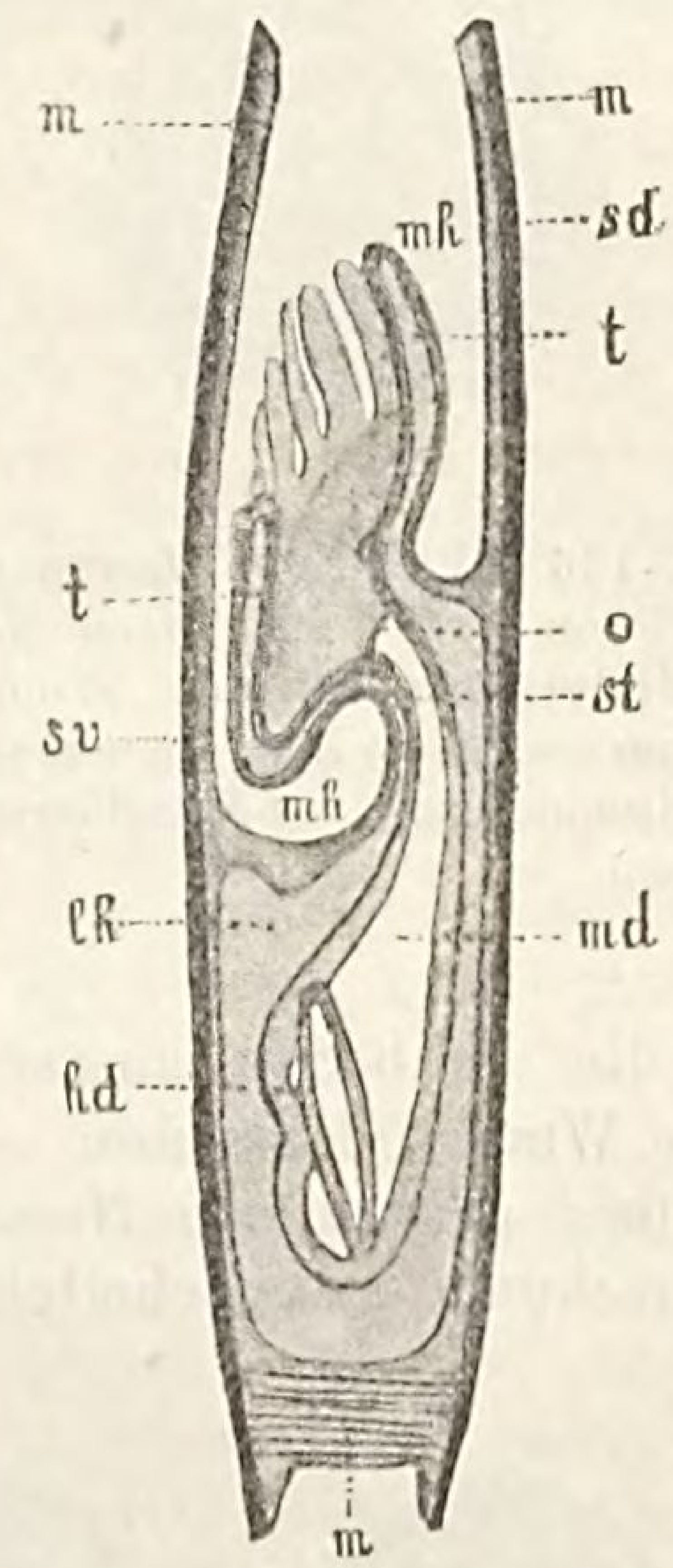


Fig. 184. *A* **Freischwimmende**, *B* **festgeheftete Larve von Argiope**, von oben (nach Kowalewsky). *vs* Vordersegment, *ms* Mittelsegment, *hs* Hintersegment, *m* Mantel, *md* Mitteldarm, *wk* Wimperorgan.

Fig. 185. **Vertikaler medianer Längsschnitt durch einen vorgerückten Embryo von Lingula** (nach Brooks). *m* Mantellappen, *sd* dorsale, *sv* ventrale Schale, *t* Tentakel, *mh* Mantelhöhle, *lh* Leibeshöhle, *st* Stomodaeum, *o* Mund, *md* Mitteldarm, *hd* Hinterdarm, *m* (unten) Schalenmuskel.

scheidet an ihr eine gewölbte aborale Region und eine etwas concave Oralregion. An der Grenze zwischen beiden, dem Rande des Helmes entsprechend, findet sich ein Wimperkranz. Der Basis des Wimperkranzes entlang verläuft ein Nervenring. Der Wimperkranz, welcher dem praeoralen Wimperkranz der Trochophora entspricht, ist rechts und links auf zwei herunterhängende Lappen ausgezogen, den 2 Ohrklappen mancher Helme vergleichbar. Auf der höchsten Stelle der aboralen Region liegt eine grubenförmig vertiefte Ectodermverdickung, welche einen Wimperschopf trägt. Sie entspricht der Lage nach der Scheitelplatte der Trochophora. —

In der Mitte der oralen Region liegt der Mund. Er führt in das Stomodaeum und dieses in einen excentrisch (hinten) gelegenen, blasenförmigen Mitteldarm. Ein Proctodaeum fehlt und gelangt während des Larvenlebens überhaupt nicht zur Ausbildung. Der Raum zwischen Darm und Ectoderm stellt eine geräumige Furchungshöhle oder primäre Leibeshöhle dar. In ihm liegen Muskelfasern und gewöhnlich sternförmig verästelte Mesodermzellen. Das Ectoderm der Oralregion hat sich an 4 Stellen zu 2 Paar Blasen gegen die primäre Leibeshöhle eingestülpt. Ein Paar dieser Blasen liegt vorn, ein Paar hinter dem Stomodaeum. Ich will das Schicksal derselben kurz besprechen (Fig. 187 A, B, C, D). Sie lösen sich vom Ectoderm der Larve ab. Dann verbinden sie sich mit einander zunächst paarweise, dann verschmilzt das vordere verschmolzene Paar mit dem hintern, so dass nun auf der Oralseite des Pilidium, in dessen Leibeshöhle, eine hohle Platte besteht, mit einer innern und einer äussern Wand. Die innere Wand umwächst den Darmkanal von allen Seiten und bildet die bleibende äussere Haut der jungen Nemertine. Die äussere, dünnere Wand bildet dann — innerhalb der Pilidiumhaut — eine sackartige Umhüllung der jungen Nemertine, das Amnion. Die Pilidiumhaut mit Wimperschnur und Scheitelplatte, das heisst das primäre Ectoderm, geht

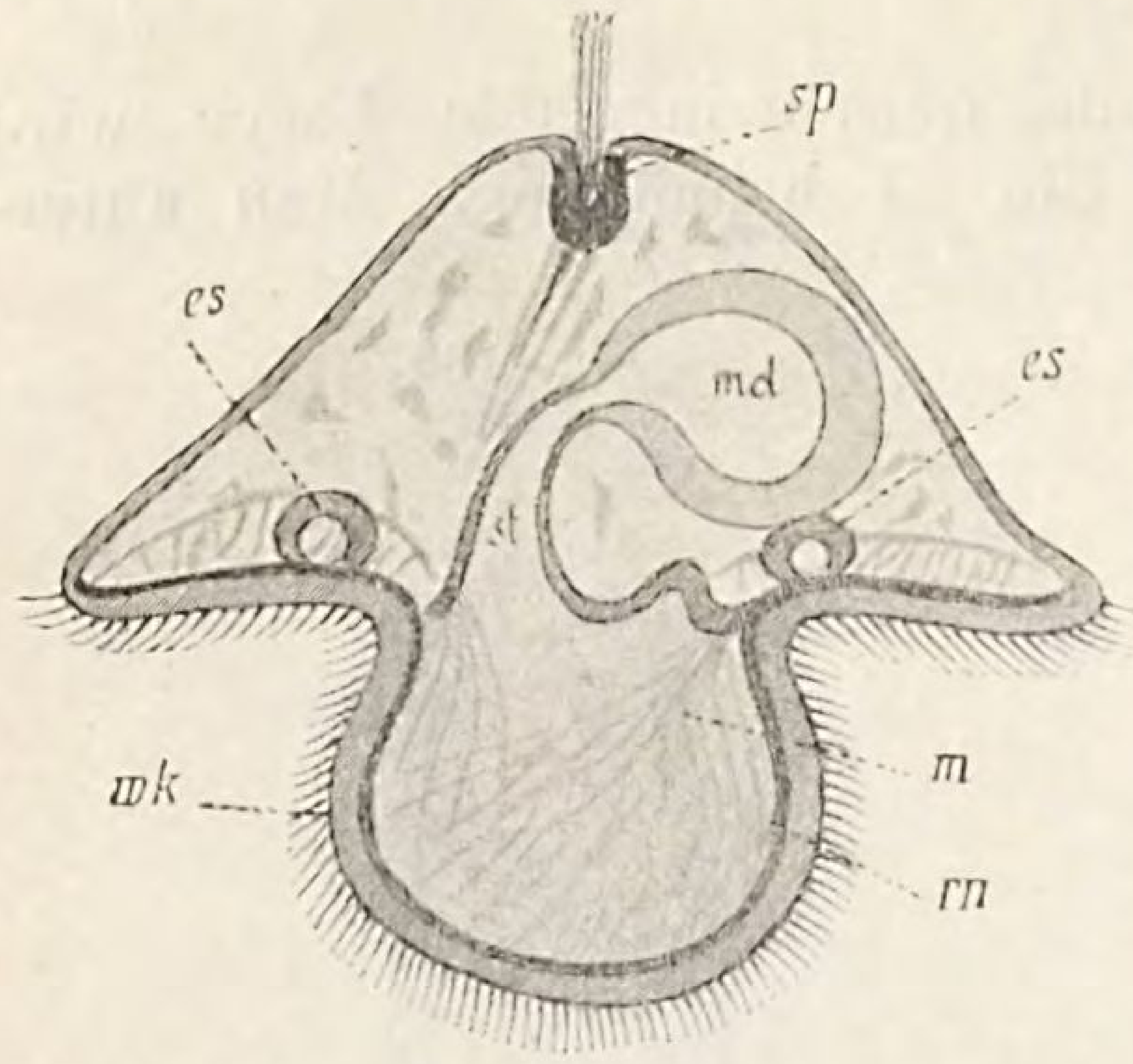


Fig. 186. **Pilidium. Larve einer Nemertine,** von der Seite (nach SALENSKY). *sp* Scheitelverdickung mit Wimperschopf, *wk* Wimperkranz, *rn* Nerv desselben, *m* Muskeln, *st* Stomodaeum, *md* Mitteldarm, *es* Ectodermblasen.

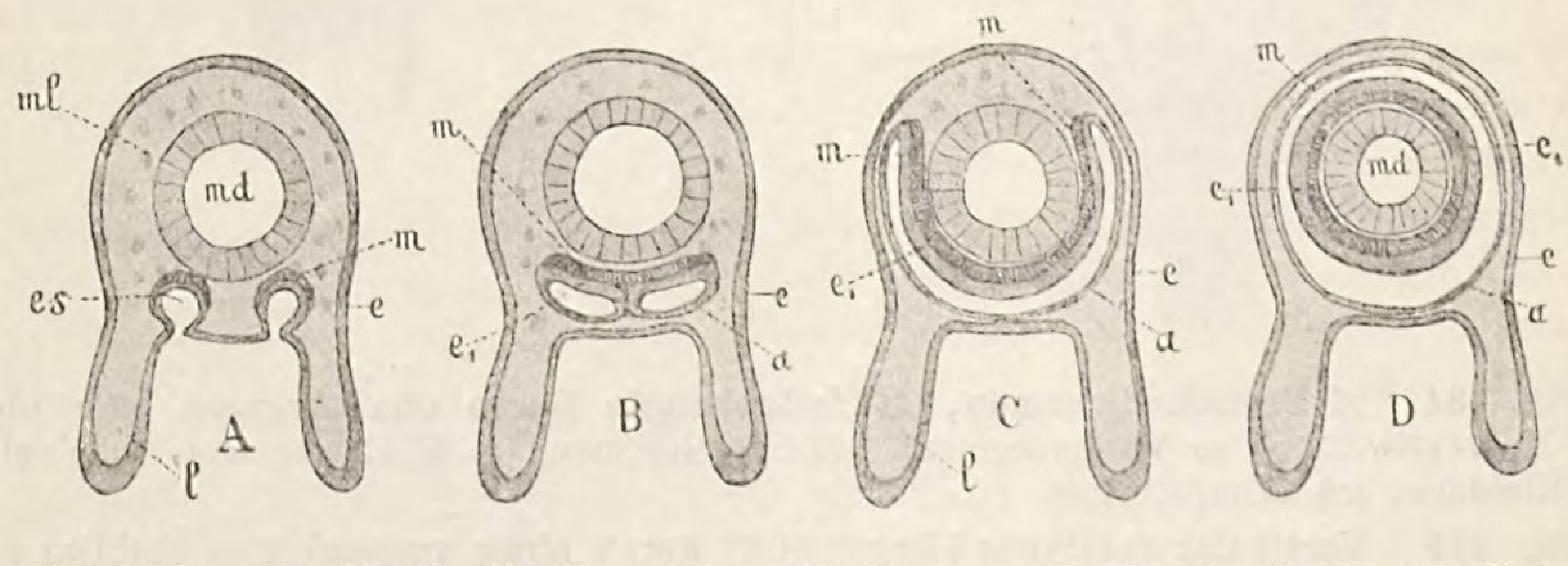


Fig. 187. *A*, *B*, *C*, *D* **Vier schematische Querschnitte durch eine in Metamorphose begriffene Pilidiumlarve, hinter dem Munde,** zur Veranschaulichung der Bildungsweise des Mesoderms und sekundären (definitiven) Ectoderms. *e* Larvenectoderm, e_1 definitives Ectoderm, *a* Amnion-Ectoderm, *es* Ectodermblasen, *m* Mesoderm, *l* seitliche Lappen der Larve, *md* Mitteldarm, *ml* larvales Mesoderm.

beim Ausschlüpfen der jungen Nemertine aus dem Pilidium mitsammt dem Amnion zu Grunde. Frühzeitig findet sich an der Innenseite der Ectodermblasen eine Schicht von Zellen, welche beim Pilidium aus der Ectodermwand der Blasen selbst entstehen, bei der verwandten Desorschen Larve von den in der primären Leibeshöhle liegenden Mesodermzellen abstammen soll. Diese 4 Zellschichten stellen die Anlage des definitiven Mesoderms dar. Das centrale Nervensystem entsteht aus zwei sich zum Gehirn vereinigenden

Ectodermwucherungen an der jungen Nemertine. Sie wachsen nach hinten zu zwei Strängen, den Seitennerven, aus. Der Rüsselapparat geht erstens aus einer oberhalb des Gehirns gelegenen Ectodermeinstülpung und zweitens aus Mesodermtheilen hervor, welche diese Einstülpung umlagern.

Die Pilidiumlarve nimmt eine vermittelnde Stelle ein zwischen der jungen MÜLLER'schen Turbellarienlarve der Polycladen (vergl. p. 167) und der typischen Trochophoralarve. Mit der erstern stimmt sie in dem Fehlen eines Proctodaeums überein. Die 4 Mesodermanlagen entsprechen wahrscheinlich den 4 Mesodermhaufen junger Polycladenlarven oder -Embryonen.

Eine mit dem Pilidium verwandte Nemertinenlarve, die DESOR'sche Larve, zeigt die Larvencharaktere weniger ausgebildet. Es fehlt der Wimperkranz und die der Scheitelplatte entsprechende Ectodermverdickung mit Wimperschopf. Aber das definitive Ectoderm wird, in ähnlicher Weise wie beim Pilidium, von Scheiben gebildet, die sich vom primären Ectoderm abgliedern. — Manche Nemertinen entwickeln sich ohne Metamorphose.

Wenn wir die Larvenformen der Würmer überblicken, so sehen wir, dass alle durch Eigenthümlichkeiten im Bau ausgezeichnet sind, welche sich durch den Umstand erklären lassen, dass die Thiere sich auf sehr jungen Entwickelungsstadien selbständig ernähren und frei herum schwimmen. Die einfachsten Bewegungsorgane, welche frühzeitig zur Ausbildung gelangen können, sind Cilien. Sie treten bei allen Larven auf. Allgemein verbreitet sind Wimperkränze und unter diesen am constantesten ein praeoraler, der mit einem besondern Nervensystem (Nervenring) ausgestattet ist. Fast überall findet sich eine geräumige, mit Flüssigkeit gefüllte larvale Leibeshöhle. Die Larven finden sich in einem hydropischen Zustand, der ihr specifisches Gewicht verringert. Sie sind mit einem funktionsfähigen, hohlen Darm ausgestattet und besitzen verschiedene andere funktionsfähige Theile: Nervensystem, Sinnesorgane, Muskeln, Exkretionsorgane. Es ist eine ziemlich allgemeine Erscheinung, dass solche Theile des Larvenkörpers, welche frühzeitig funktioniren, am Ende des Larvenlebens abgeworfen oder resorbirt werden, und dass die Organe des erwachsenen Thieres aus Zellenmaterial entstehen, welches bei der Larve in indifferentem, embryonalem Zustande, als nicht specifisch funktionirender Keim vorhanden ist. Ein Vergleich der Larven mit den erwachsenen Thieren zeigt, dass der Körper der erstern im Allgemeinen seiner Hauptmasse nach dem vordersten Körpertheil der letztern, bei segmentirten Thieren dem Kopfsegment, entspricht. Der kleinere Theil der Larve entspricht dem hintersten Leibesende des Erwachsenen, während der Rumpf, mit Ausnahme des Mitteldarmes, bei der Larve im embryonalen Zustande verharrt. Auch dies ist wieder daraus zu erklären, dass der mit wenig oder keinem Nahrungsdotter ausgestattete Embryo frühzeitig die allernothwendigsten Organe zur selbständigen Ernährung und Bewegung ausbilden muss, und diese unentbehrlichsten Organe liegen vorzugsweise am Vorderende des Körpers. Aus demselben Grunde verstehen wir, weshalb die Bewegungsorgane der Larve, die Wimperkränze, in der Nähe des Mundes, meist etwas vor demselben liegen, dass daneben bisweilen noch ein praeanaler Wimperkranz vorkommen kann und dass bei gewissen (polytrochen) Annelidenlarven erst mit der allmählichen Ausbildung des Rumpfes neue, segmentale Rumpfwimperkränze auftreten.

Die direkte Embryonalentwickelung. Sie findet sich im Grossen und Ganzen mit entschiedener Vorliebe bei Süsswasserwürmern. Wir müssen sie vornehmlich von folgenden zwei Gesichtspunkten aus zu verstehen suchen. 1. Der Embryo ist mit so viel Nahrungsdotter (der gewöhn-

lich in den Entodermzellen abgelagert ist) ausgestattet, dass er unter Verbrauch desselben sich direkt (gewöhnlich innerhalb einer Eischale) bis zu einem dem erwachsenen ähnlichen Zustande entwickeln kann. Damit ist 2. gegeben, dass die für eine freie, selbständige Bewegung und Ernährung nöthigen Organe bei einem sich direkt entwickelnden Embryo unnöthig sind.

Vergleichen wir den Embryo eines direkt sich entwickelnden Wurmes mit einer pelagischen Larve, z. B. einer Trochophora. Ich wähle Lumbricus, bei welchem dem Eie wenig Dotter mitgegeben wird. Das Ei und der sich aus ihm entwickelnde Embryo wird in anderer Weise ernährt. (In jeder Eikapsel finden sich mehrere Eier inmitten einer sie ernährenden Eiweissmasse.) Der Embryo (Fig. 188) ist auf einem gewissen Stadium eiförmig,

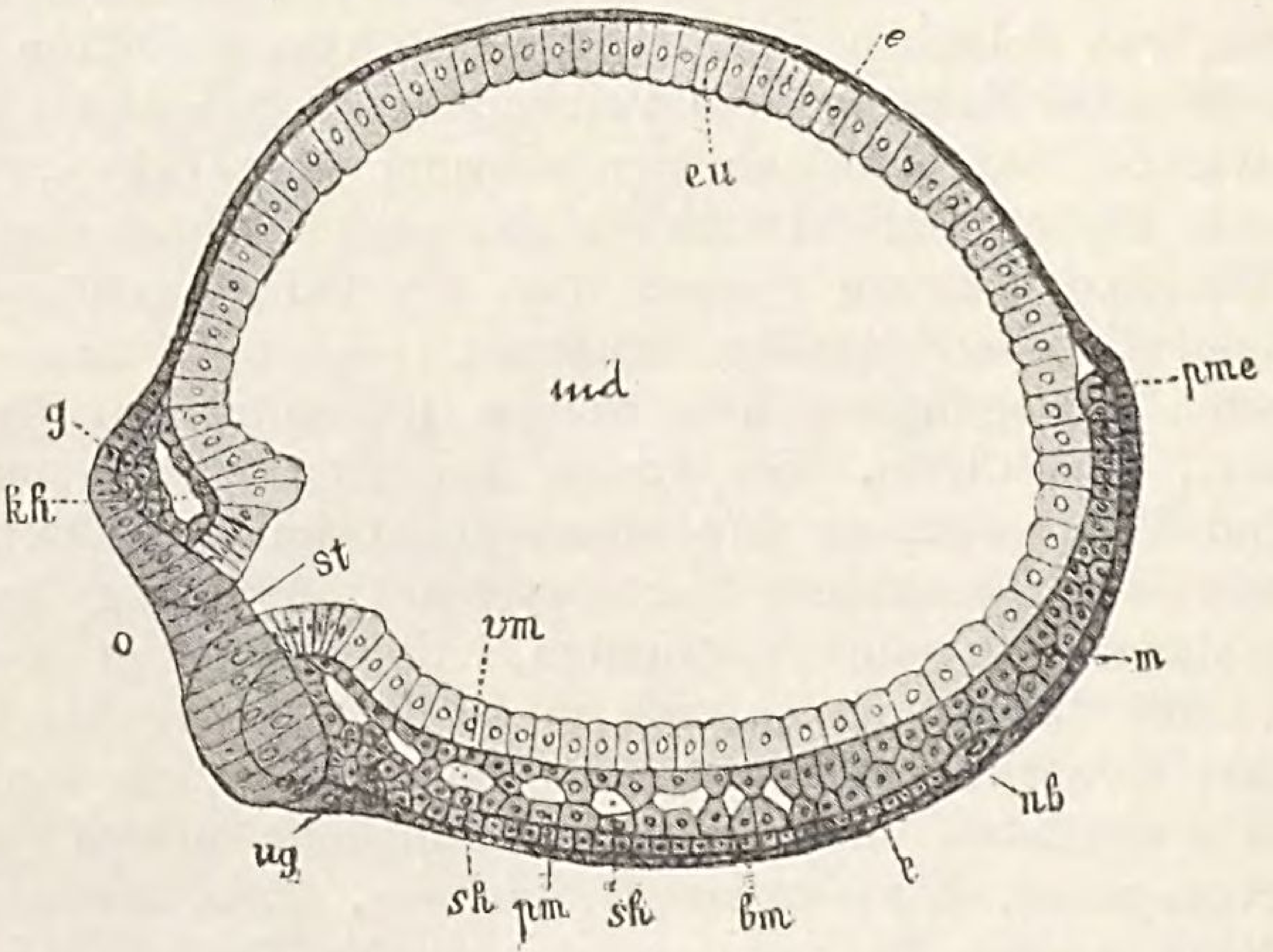


Fig. 188. **Embryo von Lumbricus** (nach WILSON). Optischer medianer Längsschnitt. *e* Ectoderm, *pme* Polzellen des Mesoderms, *m* Mesodermstreifen, *sh* Anlagen der segmentalen Leibeshöhlen im Mesoderm, *nb* Neuroblastzelle, *bm* Anlage des Bauchmarks, *vm* viscerales, *pm* parietales Blatt der Mesodermsomiten, *ug* Anlage des untern Schlundganglions, *g* Anlage des Gehirnes, *kh* Kopfhöhle, *o* Mund, *st* Stomodaeum, *md* Mitteldarmhöhle, *eu* Entoderm.

allseitig von einem dünnen, nicht flimmernden, ectodermalen Epithel umgeben. Vorn, etwas der Bauchseite genähert, liegt der Mund, der, umgeben von einer Epithelverdickung, in ein kurzes Stomodaeum führt. Dieses mündet in einen sehr geräumigen Mitteldarm, dessen Epithelwand allseits der Körperwand dicht anliegt. Nur auf der Bauchseite schieben sich später zu besprechende Zellenmassen, die beiden Keimstreifen, zwischen Darm und Körperepithel ein. Ein Proctodaeum fehlt, es entwickelt sich erst später. Vorn über dem Munde liegt ein Zellenhaufen unmittelbar unter dem Ectoderm, von dem er abstammt: die Anlage des Gehirns. — Bei zahlreichen andern Würmern mit direkter Entwickelung ist der Mitteldarm in Folge der grossen in den Entodermzellen (ursprünglichen Macromeren) enthaltenen Dottermassen nicht hohl, sondern solide. — Da bei einigen Oligochaeten auch embryonale Kopfnephridien beobachtet worden sind, so unterscheidet sich der Embryo eines Oligochaeten von einer Polychaetentrochophora in folgenden Punkten. Es fehlt die Bewimperung und insbesondere fehlt ein praeoraler Wimperkranz. Es fehlen Sinnesorgane (Augen, Wimperschöpfe). Es fehlt eine geräumige Leibeshöhle. Es fehlt noch das Proctodaeum. Dagegen ist, wie wir später sehen werden, das Mesoderm viel weiter entwickelt als bei der oben be-

schriebenen Polychaetentrochophora. — Die vorhandenen Körpertheile des Embryo stellen die Anlagen der definitiven Körpertheile dar. Sie erfüllen nicht, wie bei einer Larve, specifische Funktionen und es gehen bei der Weiterentwickelung selten Körpertheile zu Grunde. Eine Ausnahme bilden die Gnathobdelliden, bei denen eine Metamorphose vorkommt, und wo nach neuen Untersuchungen die Larvenhaut mit einem larvalen Muskel- und Nervensystem, ferner provisorische Rumpfnephridien und der Schlund zu Grunde gehen sollen.

Entwickelung der äussern Haut. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die äussere Haut oder das Körperepithel der Würmer vom embryonalen oder larvalen Ectoderm abstammt. Es wandelt sich entweder das Ectoderm, ohne nennenswerthe Verluste zu erleiden, in das Körperepithel um, oder es werden einige specifisch functionirende Theile des Larvenectoderms abgeworfen, oder es sind nur beschränkte, sich abgliedernde Stellen des Larvenectoderms, welche innerhalb des letztern sich zu dem bleibenden Ectoderm oder zur Körperhaut allseitig um den Körper vereinigen (z. B. Sipunculiden, Nemertinen).

Wir halten diese Vorgänge für eine Art Häutung. Nur bei den Gnathobdelliden unter den Hirudineen soll das secundäre Ectoderm nicht vom Larvenectoderm aus gebildet werden, welches letztere ganz verloren gehen soll. Differenzirungsprodukte des Ectoderms sind die larvalen und definitiven Sinnesorgane, das larvale und definitive Nervensystem, die larvalen und definitiven Borstensäcke (der Chaetopoden). Letztere sind Gruppen sich unter die Haut einsenkender drüsiger Hypodermiszellen, in welchen die Borsten als Sekrete entstehen. Die ectodermalen Borstendrüsen werden umhüllt von mesodermalen Bestandtheilen, welche vornehmlich die Muskulatur der Borstenbündel liefern.

Entwickelung des Mesoderms und der mesodermalen Organe. Das Mesoderm ist für uns ein topographischer Begriff. Alles, was beim erwachsenen Thiere zwischen der äusseren Haut und dem Darmepithel liegt, gehört zum Mesoderm. Die Beziehungen der verschiedenen mesodermalen Organe und Organsysteme, vornehmlich zur äusseren Haut, sind sehr verschiedene. Am innigsten sind sie beim Nervensystem, in Folge seiner Abhängigkeit von den (ectodermalen) Sinnesorganen. Bei einer Reihe von Würmern aus verschiedenen Gruppen, die wir im vergleichend-anatomischen Theile namhaft gemacht haben, verharrt das Centralnervensystem auch beim erwachsenen Thier in der Haut, ist also nicht mesodermal. Im Allgemeinen ist aber die mesodermale Lage des Nervensystems, wie schon bei den Plathelminthen, die Regel.

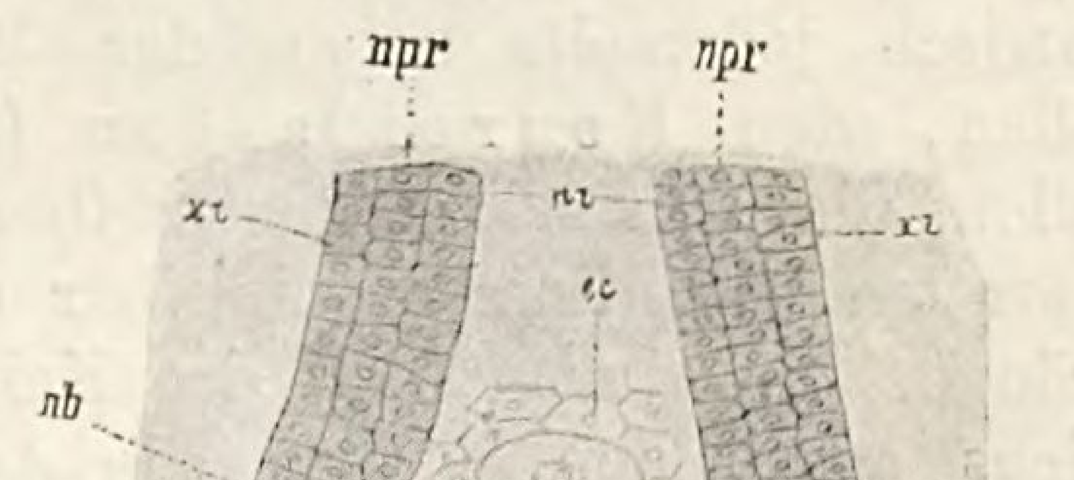


Fig. 189. **Flächenansicht des Keimstreifens eines Lumbricus-Embryo** (nach Wilson). *pme* Polzellen des Mesoderms (Mesoblasten), *nb* Polzellen des Bauchmarks (Neuroblasten), *npb* Polzellen der Nephridialreihen (Nephroblasten), *x* Polzellen von Zellreihen (*xr*) unbekannter Bedeutung, *ec* Ectoderm, *ez* grosse Ectodermzellen, *npr* Nephridialzellreihen, *nr* Neuralzellreihen, *m* Mesoblaststreifen.

Was die ontogenetische Entstehung des Nervensystems anlangt, so sehen wir, dass es sich fast überall vollständig getrennt vom übrigen Mesoderm anlegt und entwickelt. Wir wollen also zunächst die Entwickelung des Nervensystems schildern. Das Gehirn. In einigen Fällen entwickelt sich das Gehirn oder doch ein Theil des Gehirns aus der ectodermalen Scheitelplatte (viele Anneliden, Sipunculiden). Die Elemente der Scheitelplatte selbst scheinen, was nicht im Einzelnen ausgeführt werden kann, im Anschluss an provisorische oder definitive Sinnesorgane (Augen, Scheitelschopf, Tentakel) des Kopfes zu entstehen, und es sind verschiedene Theile, welche eben zur Bildung der Scheitelplatte, eines nervösen Sinnescentrums, zusammentreten. Die Scheitelplatte dürfte also ein ähnliches Organ darstellen, wie der Sinneskörper der Ctenophoren oder die Randcentren der Medusen. Oft wird die Scheitelplatte mit der Larvenhaut abgeworfen (z. B. bei Phoronis, Pilidium) und es entsteht der orale Nervenring oder das Gehirn von neuem aus dem secundären Ectoderm. Bauchmark der Annulaten. Das Bauchmark scheint sich überall getrennt von der Scheitelplatte anzulegen. Es entsteht entweder als eine continuirliche Verdickung des Ectoderms in der ventralen Mittellinie oder als paarige Verdickungen unmittelbar zu beiden Seiten dieser Mittellinie. Die Differenzirung der Bauchmarksanlage in das definitive Bauchmark geht Hand in Hand mit der Ausbildung des übrigen Rumpfes und schreitet von vorn nach hinten fort. Es bleibt entweder, wie auch das Gehirn, zeitlebens mit dem Ectoderm in Verbindung oder es schnürt sich von ihm ab und lagert sich entweder in die Muskulatur der Leibeswand oder noch tiefer in die Leibeshöhle. Am hintern Leibesende erhält es sich fast überall in einem embryonalen Zustande, indem es hier zeitlebens in seiner Bildungsstätte, der Haut, verharrt. — Sehr abweichend von den übrigen Annulaten und Sipunculiden verhalten sich die Hirudineen und unter den Oligochaeten Lumbricus. Hier entsteht das Bauchmark nicht in situ in der ectodermalen Haut, sondern es treten sehr frühzeitig in der Nähe des Hinterendes zwei ectodermale Furchungskugeln (Micromeren) auf, welche unter das Ectoderm sich verlagern und symmetrisch jederseits neben der Medianlinie liegen. Indem sich von diesen Zellen, den Neuroblasten (Fig. 189 *nb*), nach vorne immer neue Zellen, die sich selbst wieder theilen, abschnüren, entsteht jederseits an der ventralen Mittellinie unmittelbar unter der Haut ein Zellstrang. Beide Zellstränge, die einen Theil des Keimstreifens der Hirudineen und von Lumbricus ausmachen, stellen die Anlage des Bauchmarkes dar, das sich von vorn hinter dem Munde nach hinten fortschreitend differenzirt. Diese Verhältnisse sind offenbar so aufzufassen, dass die Anlage des Bauchmarks ausserordentlich localisirt und zugleich auf sehr frühe Entwickelungsstadien zurückverlegt ist. — Die Verbindung des Bauchmarks mit dem Gehirn durch die Schlundcommissur scheint überall erst sekundär zu Stande zu kommen. — Es wird sich vielleicht mit der Zeit herausstellen, dass das Centralnervensystem der Würmer und Plathelminthen ontogenetisch und phylogenetisch aus zwei Haupttheilen hervorgeht, nämlich erstens aus dem sensoriellen Theil des Gehirns, d. h. den vereinigten Sinnescentren oder Sinnesganglien des vordersten Körperendes, und zweitens aus dem motorischen Centralnervensystem, d. h. dem Bauchmark, der Schlundcommissur und dem motorischen Theil des Gehirns der Annulaten, den Längsstämmen und dem motorischen Theil des Gehirns der übrigen Würmer und Plathelminthen. Bei den Nemertinen sollen die Seitennerven vom Gehirn nach hinten auswachsen. Es handelt sich vielleicht hier und auch bei den Turbellarien

um eine Concentrirung des gesammten Centralnervensystems in eine einzigen Anlage.

Ich gehe nun zu der Entwickelung der übrigen Bestandtheile des Mesoderms über. Wie bei Hirudineen und Lumbricus die Anlage des Bauchmarkes auf frühe Stadien zurückverlegt und in zwei Keimzellen, die Neuroblasten, condensirt ist, so zeigen sich bei den Würmern die Anlagen aller übrigen mesodermalen Organe äusserst condensirt, localisirt und auf frühe Stadien zurückverlegt, so dass meistens wenige Keimzellen oder eine beschränkte Keimzone die condensirte Anlage aller mesodermalen Organe mit Ausnahme des Nervensystems darstellen.

Ich will zunächst die bezüglichen Verhältnisse bei Hirudineen (Clepsine) und bei Lumbricus besprechen. Hier treten auf ganz frühen Entwicklungsstadien, noch während der Furchung, an der dem Hinterende des Embryo entsprechenden Seite jederseits 4 oder 5 Micromeren auf, die bald unter die Ectodermmicromeren in die Tiefe rücken oder von ihnen umwachsen werden. Die hintersten 2 sind die grössten, sie liegen dicht aneinander, vor ihnen liegen 3 oder 4 zu Seiten der ventralen Medianlinie (Fig. 189). Die inneren beiden von diesen letztern kennen wir schon, es sind die Neuroblasten. In ähnlicher Weise, wie sich von den Neuroblasten aus 2 Zellreihen nach vorn entwickeln, welche die Anlage des Bauchmarks darstellen, entwickeln sich von den übrigen hintern Polzellen ebenfalls Zellreihen nach vorn. Die jederseits neben der Neuralreihe liegende einfache oder doppelte Zellreihe können wir als Nephridialreihe bezeichnen. Am hintern Ende jeder Nephridialreihe liegt je eine der erwähnten Polzellen, ein Nephroblast. Sie liefert das Bildungsmaterial für die Nephridien, die sich von vorne nach hinten differenziren. Die vordersten Nephridien sind vergänglich, es sind die larvalen oder embryonalen Nephridien. Welche

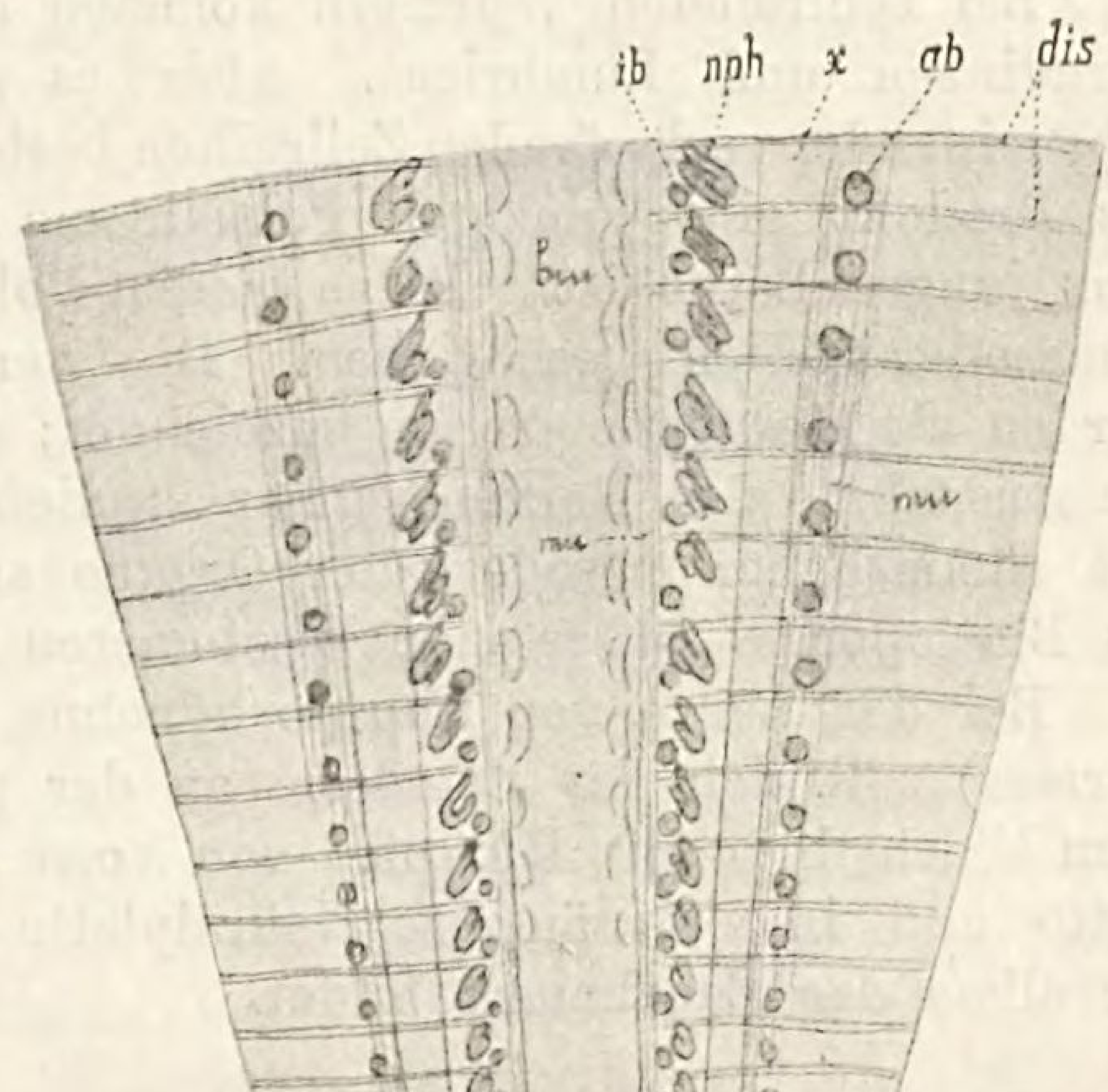


Fig. 190. **Flächenansicht des Keimstreifens eines etwas älteren Lumbricus-Embryo** nach Verschwinden der vordern Polzellen (nach Wilson). *pme* Polzellen des Mesoderms *m*, *x*, *xr* Zellreihen von unbekannter Bedeutung, *npbr* Nephridialzellstreifen, *nbr* Neuralzellstreifen, Anlage des Bauchmarks *bm*, *dis* Dissepimente, *ib* innere, *ab* äussere Reihen von Borstendrüsen, *nph* Anlagen der Nephridien, *mu* Längsmuskulatur.

Theile des Mesoderms die seitlichen Zellreihen mit ihren hintern Polzellen liefern, weiss man noch nicht. — Die Zellreihen, welche von den hintersten grössten Polzellen ausgehen, stellen die Anlage der Leibesmuskulatur, der Endothelien, Septen und Mesenterien dar. Wir werden gleich auf ihre Weiterentwickelung zurückkommen.

Alle Zellreihen zusammengenommen werden als paariger Keimstreifen bezeichnet. Er liegt zu beiden Seiten der ventralen Mittellinie zwischen Darm und Haut. Der Keimstreifen liefert also alle mesodermalen Organe, Nervensystem, Nephridien, Muskeln, Endothel u. s. w. Bei Gnathobdelliden, wo das ganze Larvenectoderm verloren geht, sollen die Keimstreifen sogar noch das definitive Körperepithel liefern. Doch bedarf diese Angabe der Bestätigung.

Bei zahlreichen Würmern kommen ähnliche Keimstreifen vor, wie bei Hirudineen und Lumbricus. Aber es scheint, dass dieselben nicht aus nebeneinander verlaufenden Zellreihen bestehen, sondern dass jeder Keimstreifen das Produkt einer einzigen Polzelle am hintern Ende des Embryo oder der ganz jungen Larve ist. Diese beiden Polzellen habe ich bei Eupomatus als Urmesodermzellen beschrieben. Die von ihnen ausgehenden Keimstreifen werden als Mesodermstreifen bezeichnet; sie scheinen das gesammte Mesoderm mit Ausnahme des Nervensystems zu liefern. Es ist also hier die Anlage fast sämmtlicher mesodermaler Organe auf 2 frühzeitig am hintern Rande des Blastoporus auftretende Blastomeren localisirt und in ihnen condensirt.

Bei der Larve von Lopadorhynchus freilich (eines polychaeten Ringelwurmes) soll sich das Ectoderm an der postoralen sogenannten Bauchplatte beim Wachsthum des Rumpfes von vorn nach hinten in eine innere Muskelplatte und in eine äussere Neuralplatte spalten, aus welcher letztern sich vor allem das Bauchmark bildet.

Weitere Entwickelung des Annulatenkeimstreifens (Fig. 188, 190). Ich wähle Lumbricus. Die beiden Zellreihen des Keimstreifens von Lumbricus, welche von den beiden grossen, hinteren Polzellen ausgebildet werden, fangen frühzeitig an, sich von vorn nach hinten zu differenziren. Ihre Zellen theilen sich. Die einfachen Zellreihen werden dadurch zu soliden Zellplatten oder Zellsträngen. Sie erstrecken sich nach vorn zu beiden Seiten über den Mund hinaus und stossen dorsal über dem Munde zusammen. In diesem Kopftheile des Keimstreifens tritt eine centrale Höhle auf, welche sich vergrössert und zur Leibeshöhle des Kopfes wird. Die äussere Zellschicht legt sich an die äussere Haut des Kopfes an und wird zur äussern Muskulatur und Endothel des Kopfsegmentes. Die innere bildet die Muskulatur des Pharynx und ihren endothelialen Ueberzug. Hinter dem Kopfe treten in den erwähnten Zellsträngen jederseits ebenfalls Spalten auf, welche, in segmentaler Anordnung von vorn nach hinten sich bildend und vergrössernd, die Anlagen der paarigen und segmentalen Kammern der Rumpfleibeshöhle darstellen. Sie trennen die Zellstränge in jedem Segment in ein der Haut anliegendes, parietales und in ein dem Darm anliegendes, viscerales Blatt. So werden die Zellstränge in paarige, segmentweise hintereinander liegende Stücke gegliedert. In jedem Segmente wächst jederseits sowohl das parietale als das viscerale Blatt von der Bauchseite zwischen Haut und Darm gegen den Rücken empor, bis sie in der dorsalen Mittellinie zusammenstossen. Die Scheidewand, welche hier in dieser Weise gebildet wird und die beiden seitlichen Kammern der Leibeshöhle trennt, ist die Anlage des oft vergänglichen dorsalen Mesenteriums. Ein ventrales Mesenterium kommt in ähnlicher Weise zu Stande. Das Zellmaterial, welches die auf-

einanderfolgenden Kammern der Leibeshöhle zwischen zwei aufeinanderfolgenden Segmenten trennt, wird zu den Dissepimenten. Das parietale Blatt bildet die Muskulatur der Leibeswand und das parietale Endothel; das viscerale Blatt bildet die Muskelschicht des Darmes und das viscerale Endothel.

Entwickelung des Blutgefässsystems. Dieses System legt sich (Terebella, Psygmobranchus) als eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle an, welche zwischen der epithelialen Darmwand und dem ihr anliegenden visceralen Blatte des Mesoderms auftritt. Die Hauptgefässe entstehen als longitudinale Ausbuchtungen des Darmsinus, welche sich schliesslich von ihm abschnüren, indem sie aus der Form einer Rinne in die eines geschlossenen Kanals übergehen. Bei Lumbricus und anderen Oligochaeten legt sich das Rückengefäss in ähnlicher Weise (als Spalten zwischen Darmepithel und Darmfaserblatt), aber paarig an. Die anfangs paarigen Rückengefässe verschmelzen gewöhnlich zu dem unpaaren Dorsalgefäss. Doch kann sich bei einigen Lumbriciden das Rückengefäss in geringerer oder grösserer Ausdehnung auch beim erwachsenen Thier im paarigen Zustande erhalten.

Entwickelung der Nephridien. Im anatomischen Theil unterschieden wir an jedem Nephridium drei Abschnitte: 1. den Trichter, 2. den Nephridialgang und 3. das nach aussen mündende Endstück, das sich oft (bei Hirudineen und Oligochaeten) blasenartig erweitert. Es scheint, dass sich bei Lumbricus die Nephridien in folgender Weise entwickeln. Die Nephridialgänge entwickeln sich paarweise in jedem Segment als Auswüchse der Nephridialzellreihen. Jeder Gang besteht anfangs aus einer oder wenigen Zellen, später aus einer U-förmig gebogenen Zellreihe, welche in die Leibeshöhle vorspringt und so mit einem äussern Endothel ausgestattet wird. Der eine Schenkel der Zellreihe bleibt mit der Haut in Berührung, das Ende des andern legt sich an die hintere Wand des vor ihm liegenden Dissepimentes. Dann erst tritt in der soliden Zellreihe ein innerer Kanal auf. Das Endstück entsteht durch Einstülpung von der äussern Haut her. Der Trichter legt sich anfangs als eine einzige Zelle an der vordern Wand des Dissepiments an der Stelle an, wo an der hintern Wand das Ende des Nephridialganges liegt. Erst secundär wird die Zelle zu einem hohlen und offenen wimpernden Trichter, der sich durch das Dissepiment hindurch mit dem Nephridialkanal in Verbindung setzt. Der Trichter entsteht also gesondert vom Nephridialkanal aus dem Epithel der Leibeshöhle und nicht aus den Nephridialzellreihen. Auch bei den Polychaeten sollen sich Trichter und Nephridialgang eines jeden Nephridiums gesondert anlegen.

Entwickelung der Geschlechtsdrüsen. Es kann als gesichert gelten, dass die Ovarien und Hoden bei den Annulaten und Prosopygiern von besondern Stellen des Endothels der Leibeshöhle aus gebildet werden.

Die Entwickelung des Mesoderms bei den Chaetognathen (Fig. 191). Das Nervensystem liegt hier in der Körperhaut und gehört nicht zum Mesoderm. Dieses letztere entwickelt sich in ganz anderer Weise als bei den bis jetzt besprochenen Würmern. Es bildet sich eine Coelogastrula, deren Hauptachse ziemlich genau der Längsachse der erwachsenen Sagitta entspricht. Der aborale Pol der Gastrula entspricht dem künftigen Vorderende des Körpers. Frühzeitig treten im Grunde des Urdarms zwei sich bald theilende, grosse Zellen aus dem Entoderm heraus. Diese 4 Zellen sind die ersten Anlagen der Hoden und Ovarien. Dann erhebt sich jederseits

aus dem Grunde des Urdarmes eine Falte des Entoderms, welche gegen den Blastoporus zu in die Urdarmhöhle vorwächst. Durch diese 2 Falten wird die Urdarmhöhle in einen mittleren und zwei seitliche Räume getheilt, welche am freien Rande der Falten communiciren. Die mittlere Höhle ist die definitive Darmhöhle, ihre Epithelwände, d. h. die inneren Epithellamellen der Falten, stellen die Anlage des definitiven Darmepithels dar. Sie schliessen sich dorsal und ventral zu dem Darmrohre, das an seinem frei vorragenden Ende die 4 Geschlechtszellen trägt. Die beiden seitlichen Räume, welche gewissermaassen 2 taschenförmige Ausstülpungen des Urdarms (Coelomtaschen) darstellen, repräsentiren die Anlage der Leibeshöhle. Jede Tasche hat eine äussere, dem Ectoderm anliegende und eine innere, dem Darmrohr anliegende Epithelwand. Die erstere ist das parietale, die letztere das viscerale Blatt des Mesoderms. Erstere bildet wahrschein-

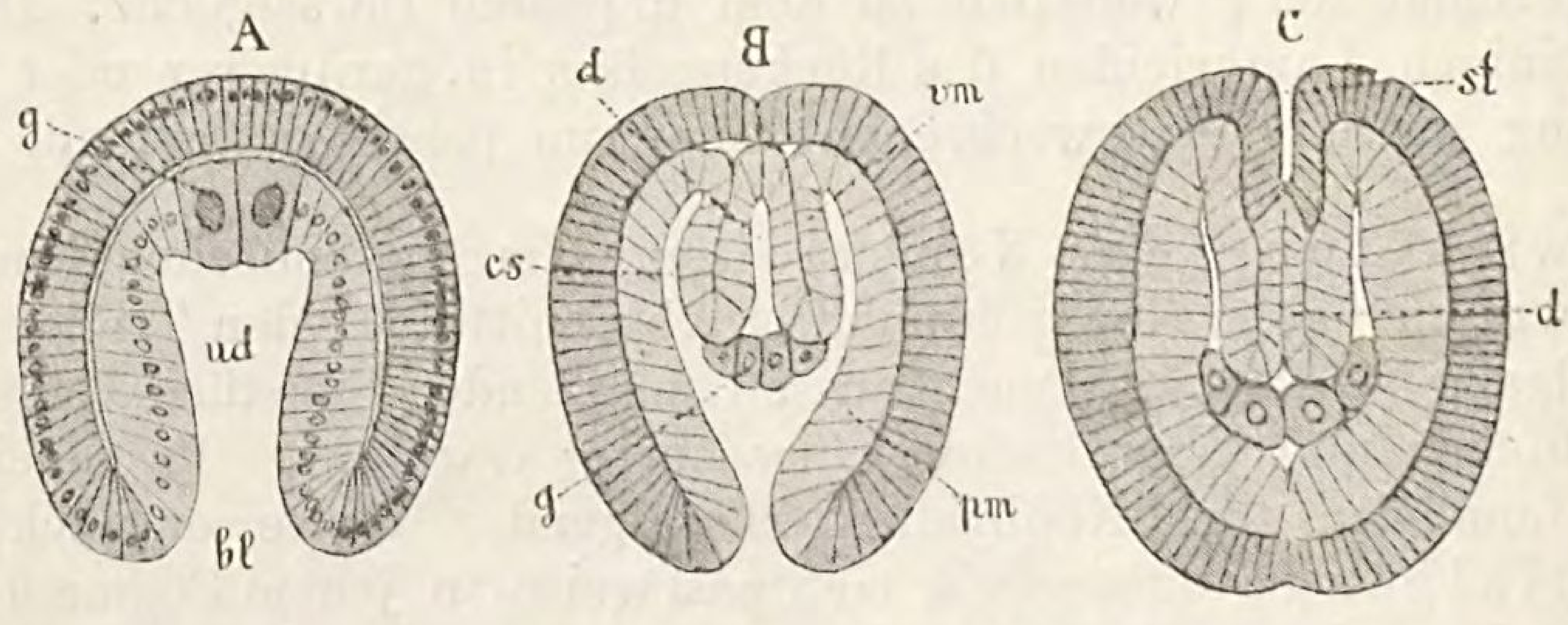


Fig. 191. *A*, *B*, *C* **Drei frühe Entwickelungsstadien von Sagitta** (nach O. Hertwig). *A* Gastrula, *bl* Blastoporus, *ud* Urdarm, *g* Urzellen der Geschlechtsorgane, *vm* viscerales, *pm* parietales Blatt des Mesoderms, *d* Mitteldarmanlage, *cs* Coelomsäcke, *st* Stomodaeum, *d* Darm.

lich die Muskulatur und das Endothel der Leibeswand, letztere das Endothel des Darmes. Am aboralen Pol der Larve setzt sich eine kleine Einsenkung des Ectoderms mit dem Darmrohr in Verbindung. So entsteht der bleibende Mund und das Stomodaeum. Der Urmund schliesst sich. Das Darmrohr wird zu einem soliden Strang, der bis an den geschlossenen Urmund, d. h. das hintere Leibesende, fortwächst. Erst später tritt in ihm wieder eine Darmhöhle auf. Auf der Bauchseite etwas vor dem hinteren Leibesende bildet sich der After. Der postanale Darm verkümmert. Die beiden ihm anliegenden visceralen Blätter des Mesoderms werden zum Septum des Schwanzsegmentes. Aus den 4 Genitalzellen entwickeln sich einerseits die Hoden, anderseits die Ovarien. Wir sehen also, dass bei Sagitta für die mesodermalen Organe zwei Anlagen vorhanden sind, erstens 2, (nachher 4) am Grunde des Urdarms liegende, grosse Entodermzellen. Sie stellen die Anlage der Keimdrüsen dar. Zweitens die ganze mittlere und orale Epithelwand des Urdarms; sie stellt eine Keimzone dar, welche sich am Rande des Blastoporus in das Ectoderm, im aboralen Theil der Larve in denjenigen Theil der Wandung des Urdarmes fortsetzt, aus dem der definitive Darm hervorgeht. Diese Keimzone bildet frühzeitig in Folge der oben geschilderten Faltenbildungen zwei seitliche Coelomtaschen, deren Hohlräume die Leibeshöhle, deren Wände das Endothel der Leibeshöhle und wahrscheinlich auch die Mukulatur der Leibeswand liefern.

In ähnlicher Weise wie bei Sagitta treten auch bei einem Brachiopoden, Argiope, frühzeitig zwei hohle seitliche Coelomtaschen des Urdarms auf,

welche, sich von letzterem abschnürend, die Leibeshöhle und das Mesoderm bilden sollen. Doch ist die Entwickelung der mesodermalen Organe bis jetzt nicht genau verfolgt.

Ueber die phylogenetische Bedeutung der verschiedenen Entwickelungsvorgänge, welchen die mesodermalen Organe ihre ontogenetische Entstehung verdanken, sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, welche alle auf der Annahme fussen, dass die ontogenetischen Vorgänge bald hier, bald dort genau die phylogenetische Entwickelung recapituliren. Diese Theorien stehen so lange auf schwachen Füssen, als die vergleichende Anatomie noch keine Reihe von Thierformen kennt, welche in entsprechender Weise, wie die successiven ontogenetischen Entwickelungsstadien es thun, uns die allmähliche Entstehung der mesodermalen Organe vor Augen führen. — Schon jetzt erscheint es sehr zweifelhaft, dass das gesammte Mesoderm (mit Ausnahme des Nervensystems) phylogenetisch von einfachen Organen (Coelomtaschen) oder Zellgruppen (den Polzellen des Mesoblastes entsprechend) abstammt, deren Vorhandensein bei einfachen gastrula-ähnlichen Stammformen angenommen wird. Es mehren sich die Beobachtungen, nach denen auch ontogenetisch keine einheitliche Anlage des gesammten Mesoderms vorhanden ist, sondern mehrere Anlagen für die verschiedenen mesodermalen Organe. Dafür liefert unser Ueberblick über die Entwickelungsgeschichte der Würmer vielfache Belege. — Es wird sich vielleicht mit der Zeit herausstellen, dass die Art und Weise, in welcher bei den Cnidarien unter den Coelenteraten die verschiedenen mesodermalen Organe auftreten und aus ihren Bildungsstätten, dem ectodermalen Körperepithel und dem entodermalen Darmepithel, in die Tiefe der Leibeswand rücken, im Wesentlichen derjenigen entspricht, in welcher auch bei den Vorfahren der Plathelminthen und Würmer die mesodermalen Organe ursprünglich entstanden sind. — Es würde sich dann die ontogenetische Entwickelung des Mesoderms als eine stark verkürzte und localisirte und meist auch auf frühe Entwickelungsstadien zurückverlegte darstellen. Wenn bei den Hirudineen (wenigstens Clepsine) und bei Lumbricus im Gegensatz zu den übrigen Annulaten das Bauchmark nicht mehr in situ im Ectoderm entsteht, sondern von zwei frühzeitig auftretenden Blastomeren, den Neuroblasten, aus gebildet wird, so ist nicht einzusehen, weshalb die Polzellen der übrigen mesodermalen Organe (Nephroblasten, Mesoblasten u. s. w.) nicht ebenfalls solche frühzeitig auftretende condensirte und localisirte Anlagen darstellen sollen wie die Neuroblasten. Und warum sollten nicht diese verschiedenen Anlagen selbst wieder in eine gemeinsame Anlage zurückverlegt worden sein, etwa in die früh auftretenden Ur-Mesodermzellen oder in irgend eine Keimzone? Sehen wir doch bei Polycladen auf einem 8-Blastomeren-Stadium die Anlage des gesammten Ectoderms mit Nervensystem auf 4 Micromeren, die Anlage des Mesoderms auf 4 weitere Micromeren, und die Anlage des ganzen entodermalen Darmsystems auf die 4 Macromeren localisirt und zurückverlegt.

Entwickelung des Darmes. Der Darm der Würmer besteht allgemein aus drei Theilen verschiedenen Ursprungs, dem Vorderdarm, Mitteldarm und Hinterdarm. Aus dem entodermalen Urdarm der Gastrula geht allein der Mitteldarm hervor. Frühzeitig in der Larve setzt sich mit ihm eine vordere ectodermale Einstülpung von aussen, der embryonale oder larvale Schlund oder das Stomodaeum, in Verbindung, während eine ähnliche Einstülpung am Hinterende das Proctodaeum liefert. Während das Proctodaeum direkt zum oft sehr kurzen Enddarm wird, geht aus dem Stomodaeum

nicht immer direkt der Vorderdarm hervor. Bald geht das Stomodaeum, wie z. B. bei Hirudineen, zu Grunde und es bildet sich an seiner Stelle, unabhängig von ihm, ein neuer Schlund. Bald legt sich der definitive Schlund vom Stomodaeum aus an, das als solches ebenfalls zu Grunde geht. So bei vielen Polychaeten. Die häufig als Pharynx so stark entwickelte Muskulatur des Vorderdarmes scheint überall von dem Kopftheile der Mesoderm- oder Keimstreifen gebildet zu werden. Der Ursprung der Muskelwand des Mitteldarmes und seines Endothels — wo ein solches vorkommt — aus dem visceralen Blatt der Mesodermstreifen ist schon geschildert worden.

Litteratur.

Nemertini.

W. C. Mc Intosh. *A monograph of the British Annelids. Part I. Nemerteans. London* 1872—74.

J. v. Kennel. *Beiträge zur Kenntniss der Nemertinen. Arbeiten d. zool. Instituts in Würzburg. Bd. IV.* 1878.

A. A. W. Hubrecht. *Report on the Nemertea, in: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XIX. Part LIV. London* 1887.

Abhandlungen von Quatrefages, Hubrecht, Oudemans, Moseley, L. v. Graff, Dewoletzky.

Ueber Ontogenie: Hubrecht, Salensky, Götte, Barrois u. s. w.

Nematodes.

A. Schneider. *Monographie der Nematoden. Berlin* 1866.

R. Leuckart. *Die Parasiten des Menschen. Neue Auflage, in Publikation.*

Werke und Abhandlungen von Meissner, Eberth, Bütschli, Schneider, Leuckart, Claus, E. van Beneden, de Man, Rohde, Schulthess u. s. w.

Ueber Ontogenie: Bütschli, Götte, Hallez u. s. w.

Gordiidae.

F. Vejdovský. *Zur Morphologie der Gordiiden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd.* 43. 1866.

Derselbe. Studien über Gordiiden. Ibid. 46. *Bd.* 1888. *Daselbst weitere Litteratur.*

Acanthocephali.

Carl Baltzer. *Zur Kenntniss der Echinorhynchen, in: Arch. f. Naturgeschichte.* 1880.

A. Säfftigen. *Zur Organisation der Echinorhynchen, in: Morphol. Jahrbuch von Gegenbaur.* 10. *Bd.* 1885.

Abhandlungen von Greef, Schneider, Andres u. s. w.

Hirudinei.

A. Moquin-Tandon. *Monographie de la famille des Hirudinées. Mit Atlas.* 2. *édit. Paris* 1846.

R. Leuckart. *Die Parasiten des Menschen.* 2. *Auflage, im Erscheinen begriffen.*

A. Gibbs Bourne. *Contributions to the Anatomy of the Hirudinea. Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol.* 24. 1884.

Abhandlungen von Brandt und Ratzeburg (Medicin. Zoologie 1829), *Leydig, O. Schultze, Hermann, Whitman, Jaquet, v. Kennel.*

Ueber Ontogenie: Rathke, Robin, Bütschli, Bergh, Whitman.

Chaetopoda.

Franz Vejdovský. *System und Morphologie der Oligochaeten. Prag* 1884.
Ed. Claparède. *Recherches anatomiques sur les Oligochètes. Genève* 1862.
Derselbe. Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples. Genève 1868. *Supplément* 1870.
Derselbe. Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. Genève 1873.
Ernst Ehlers. *Die Borstenwürmer (Annelida Chaetopoda). Leipzig* 1864—1868.
A. de Quatrefages. *Histoire naturelle des Annelés. Mit Atlas. Paris* 1865.
C. Semper. *Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. Arbeiten aus dem zool. Institute in Würzburg. Bd. III.* 1876.
B. Hatschek. *Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zool. Instituts zu Wien. Bd. I.* 1878.
J. Fraipont. *Le genre Polygordius, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel. XIV. Berlin* 1887.
H. Eisig. *Die Capitelliden des Golfes von Neapel, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel. XVI Berlin* 1887.
E. Meyer. *Studien über den Körperbau der Anneliden. I. Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel. 7. Bd.* 1887.
H. de Lacaze-Duthiers. *Recherches sur la Bonellie. Annales d. sciences natur.* 1858.
J. W Spengel. *Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen (Echiuriden betreffend). I. in Mitth. a. d. zool Station zu Neapel.* 1879. *II. in Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd.* 34. 1880.
R. Greef. *Die Echiuren (Gephyrea armata), in: Nova acta. Bd XLI. Halle* 1879.
Zahlreiche Abhandlungen und Werke von D'Udekem, Audouin et Milne Edwards, Hering, Gegenbaur, Claparède, Grube, Ratzel, Leydig, Perrier, Vejdovský, Ude, Jaquet, A. Agassiz, Greef, Spengel, Eisig, E. Meyer, Pruvost, Vignal, Kükenthal, Ehlers, Hatschek, v. Graff, Riesch, Foettinger, v. Kennel, Bülow u. a.
Ueber Ontogenie: Lovèn, Krohn, Claparède, Metschnikoff, A. Agassiz, Salensky, Kowalevski, Kleinenberg, Vejdovský, Wilson, Hatschek, Götte u. a.

Myzostomida.

L. v. Graff. *Das Genus Myzostoma. Leipzig* 1877.
J. Beard. *On the life history and development of the genus Myzostoma. Mitth. zool. Station Neapel 5. Bd.* 1884.
Fridtjof Nansen. *Bidrag til Myzostomernes Anatomi og Histologi. Mit englischem Resumé. Bergen* 1885. *Mit Litteraturverzeichniss.*

Sipunculacea.

W. Keferstein. *Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Sipunculiden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd* 15. 1865.
E. Selenka (*mit* **de Man** *und* **C. Bülow**). *Die Sipunculiden. Wiesbaden* 1883.
J. Andreae. *Beiträge zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus. Zeitschr. f. w. Zool* 36. *Bd.* 1881.
W. Apel. *Beitrag zur Anatomie und Histologie des Priapulus caudatus (Lam.) und des Halicryptus spinulosus (v. Sieb.). Zeitschr. f. w. Zool.* 42. *Bd.* 1885.
Abhandlungen von Grube, Krohn, Ehlers, A. Brandt, H. Théel, Spengel, Selenka, Hatschek (Ontogenie von Sipunculus), Horst, Sluiter, Scharff, Schauinsland.

Phoronis.

A. Kowalevski. *Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Phoronis.* 1867.
W. H. Caldwell. *Note on the structure, development and affinities of Phoronis. Proceedings. Roy. Soc.* 1882.
Ferner: Metschnikoff und Schneider.

Bryozoa.

G. J. Allmann. *A Monograph of the freshwater Polyzoa. Ray Society.* 1856.
H. Nitsche. *Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd.* 20. 1869. *Bd.* 21. 1871. *Bd* 25. *Suppl.* 1875.
Ed. Claparède. *Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschr. f. w Zool. Bd* 21. 1871.
L. Joliet. *Contributions à l'histoire des Bryozoaires des côtes de la France. Arch. Zool. expérim. Tome V.* 1877. *T. VI.* 1878. *T. VIII.* 1880.
Th. Hinks. *A History of the British marine Polyzoa. London* 1880.

Abhandlungen von *Dumortier*, *P. J. van Beneden*, *Repiachoff*, *Smitt*, *O. Schmidt*, *C. Vogt*, *Salensky*, *Vigelius*, *Waters*, *Haddon*, *Allman*, *Sars*.
Ontogenie: *Schneider*, *Barrois*, *Hatschek*, *Haddon*.

Brachiopoda.

R. Owen. *On the anatomy of the Brachiopoda. Transact. Zool. Soc. London* 1835.
C. Vogt. *Anatomie der Lingula anatina. Neue Denkschr. d schweiz Gesellsch. f. Naturwissensch. Bd. VII.* 1845.
T. H. Huxley. *Contributions to the anatomy of the Brachiopoda. Annal. and Magaz. of Nat. Hist.* 2. *serie. Bd. XIV.* 1854.
A. Hancock. *On the organisation of the Brachiopoda. Philos. Transact* 1858.
J. F. van Bemmelen. *Untersuchungen über den anatomischen und histologischen Bau der Brachiopoda Testicardinia. Neue Zeitschr. f. Naturw. Bd* 16. 1883.
L. Joubin. *Recherches sur l'anatomie des Brachiopodes inarticulés. Arch. de Zoologie expérimentale.* 2. *série. Bd.* 4. 1886.
H. de Lacaze Duthiers. *Histoire de la Thécidie. Ann. Sc. naturelles.* 4. *série. Bd. XV.* 1861.
Ferner Abhandlungen und Werke von *Cuvier*, *Davidson*, *Carpenter*, *Gratiolet* *Morse*, *Shipley*, *Schulgin*, *Beyer*.
Ontogenie: *Lacaze Duthiers*, *Kowalevski*, *Morse*, *Brooks*, *Shipley*.

Rotatoria.

Ehrenberg. *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig* 1838.
Fr. Leydig. *Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. VI.* 1854.
Karl Eckstein. *Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd.* 39. 1883.
Ludwig Plate. *Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jena. Zeitschr. f. Naturw. Bd.* 19. *N. F.* 12. 1885.
Vergl. auch die Abhandlungen und Werke von *Dujardin*, *Weisse*, *Dalrymple*, *Leydig*, *Gosse*, *Cohn*, *Claparède*, *Metschnikoff*, *Semper*, *Möbius*, *Plate*, *Zelinka*, *Salensky*, *Hudson*, *Joliet u. s. w.*

Dinophilus.

Eug. Korschelt. *Ueber Bau und Entwicklung des Dinophilus apatris, in: Zeitschr. f. w. Zool.* 37. *Bd.* 1882.
Ferner: *O. Schmidt*, *Mereschkovsky*, *Weldon*, *E. Meyer*.

Echinoderes und Gastrotricha.

E. Metschnikoff. *Ueber einige wenig bekannte niedere Thierformen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd.* 15. 1865.
H. Ludwig. *Die Ordnung Gastrotricha. Zeitschr. f. w. Zool. Bd.* 26. 1875.
W. Reinhard. *Kinorhyncha (Echinoderes), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System. Zeitschr. f. w. Zool.* 45. *Bd.* 1887.
Vergl. ferner: *Dujardin*, *Greef*, *Schulze*, *Bütschli*.

Chaetognatha.

O. Hertwig. *Die Chaetognathen. Eine Monographie. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd.* 14. 1880.
G. B. Grassi. *I Chetognati, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel.* 5. *Monographie.* 1883.
Ferner die Arbeiten von *Krohn*, *Wilms*, *Kowalevski u. s. w.*

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 510

V. KAPITEL.

Der Arthropoden erster Theil. Von der Organisation und Entwickelung der Krebsthiere.

V. Kreis oder Stamm des Thierreichs.

Arthropoda. Gliederfüssler.

Bilateral symmetrische Thiere mit chitinigem Hautskelet, gegliedertem Körperstamm und gegliederten paarigen Extremitäten an allen oder an einer Anzahl von Segmenten. Mit Gehirn, Schlundcommissur und gegliedertem Bauchmark. Mit über dem Darm liegendem Herzen. Getrennt geschlechtlich; mit einem Paar Geschlechtsdrüsen und ursprünglich paarigen Ausführungsgängen derselben.

I. Unterkreis oder Subphylum. Branchiata. Kiemenathmer.

Wasserthiere. Mit Ausnahme der vordern Antennen sind alle Gliedmaassen der Anlage nach gabelästige Spaltfüsse. Hautathmung oder Athmung durch Kiemen, welche fast immer Anhänge der Basalglieder von Gliedmaassen sind.

Einzige Klasse. **Crustacea. Krebse.**

Erster Anhang zum Unterkreis der Branchiaten: Die Trilobiten, Gigantostraken, Hemiaspiden und Xiphosuren.

Zweiter Anhang zum Unterkreis der Branchiaten: Die Pantopoden oder Pycnogoniden.

II. Unterkreis oder Subphylum. Tracheata. Luftathmer.

Landbewohner. Gliedmaassen nicht gabelästig, aus einer Reihe von Gliedern bestehend. Athmung durch Tracheen (Röhrentracheen oder Fächertracheen).

I. Klasse. **Protracheata.**
II. Klasse. **Antennata (Myriopoda et Hexapoda).**
III. Klasse. **Chelicerota sive Arachnoidea.**

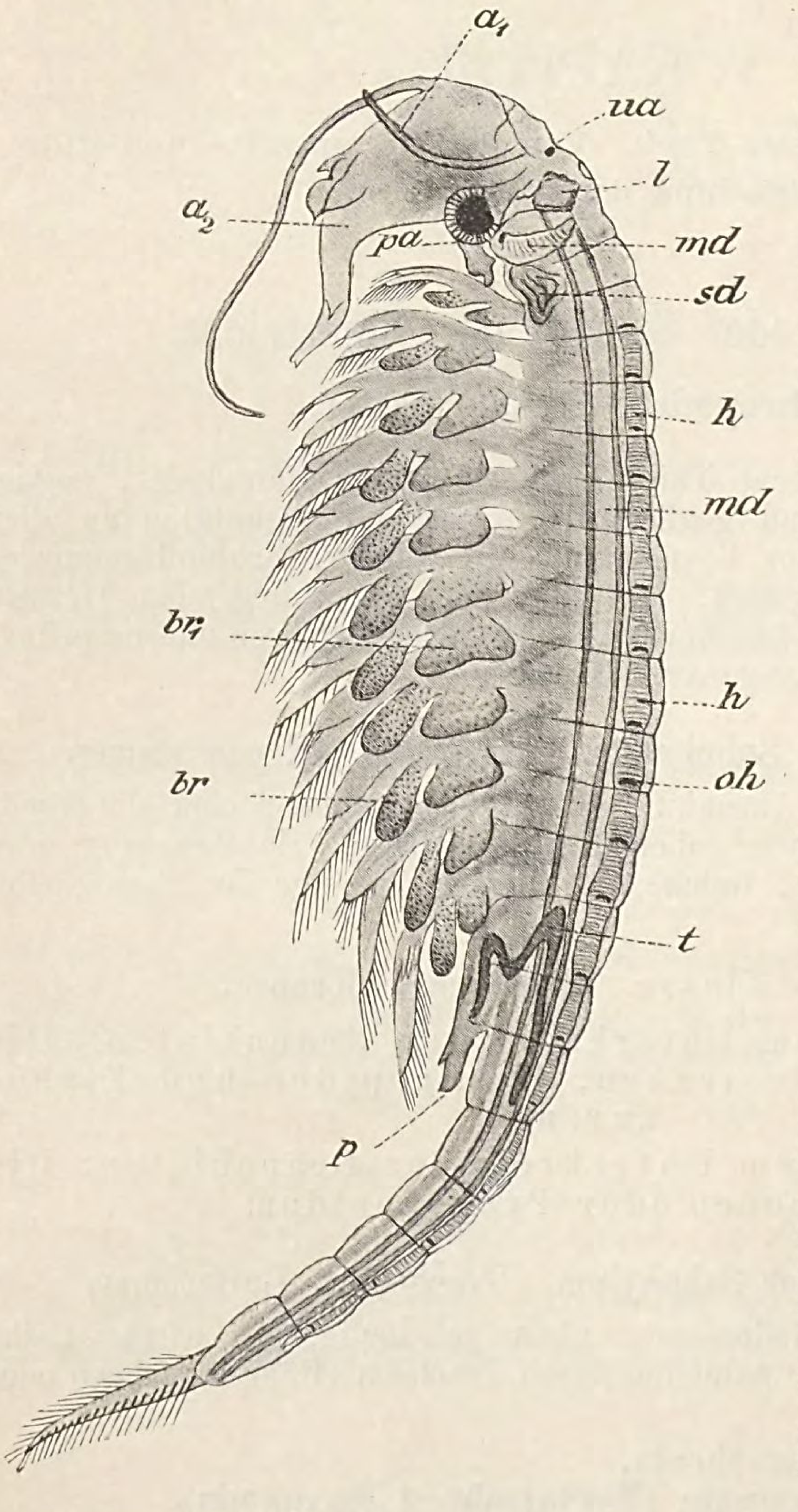
Anhang zum Stamme der Arthropoden: Die Tardigraden oder Bärthierchen.

Die Crustaceen.

Systematischer Ueberblick.

I. Unterklasse. **Entomostraca.**

Der Rumpf besteht aus einer wechselnden Zahl von Segmenten. Häufig lässt sich an ihm ein vorderer gliedmaassentragender Abschnitt von einem gliedmaassenlosen hinteren unterscheiden. Doch bestehen beide aus einer wechselnden Zahl von Segmenten. Die Genitalöffnungen liegen gewöhnlich an der Grenze der beiden Rumpfabschnitte. Ein Rückenschild ist häufig vorhanden und in verschiedener Weise entwickelt. Gliedmaassen sehr verschieden gestaltet. Neben häufig vorkommenden den paarigen Seitenaugen erhält sich das unpaare Stirnauge beim erwachsenen Thier. Kaumagen fehlt. Entwicklung mit Metamorphose. Aus dem Ei schlüpft die Naupliuslarve. Meist kleinere Krebse.



I. Ordnung. Phyllopoda.

Mit Kiemensäckchen tragenden Schwimmfüssen, tasterlosen Mandibeln und verkümmerten Maxillen.

1. Unterordnung. Branchiopoda.

Körper deutlich segmentirt, mit zahlreichen Segmenten des Rumpfes und zahlreichen Schwimmfusspaaren. Rückenschild entweder flach schildförmig oder in Form einer zweiklappigen Schale, selten fehlend. Herz ein langgestrecktes Rückengefäss mit zahl-

Fig. 192. **Branchipus stagnalis,** Männchen. a_1 vordere Antenne, a_2 hintere Antenne, Greifantenne mit Nebenanhang, *ua* unpaares Auge, *l* Leber, *md* (oben) Mandibel, *sd* Schalendrüse, *h* Herz oder Rückengefäss, *oh* Spaltöffnungen des Herzens, *md* (unten) Darm, *p* Penis, *br* Kiemensäckchen, br_1 Kiemenblättchen, *pa* paariges Stielauge (nach Claus).

reichen Ostienpaaren. In süssen Gewässern. Branchipus (Fig. 192) (ohne Schale), Apus, mit flachem Rückenschild, Estheria, Limnadia, mit zweiklappiger Schale.

2. Unterordnung. Cladocera (Daphnidae). Wasserflöhe.

Körper klein, undeutlich segmentirt, mit wenigen Segmenten und 4—6 Schwimmfusspaaren. Die hintern Antennen sind grosse Ruderfüsse.

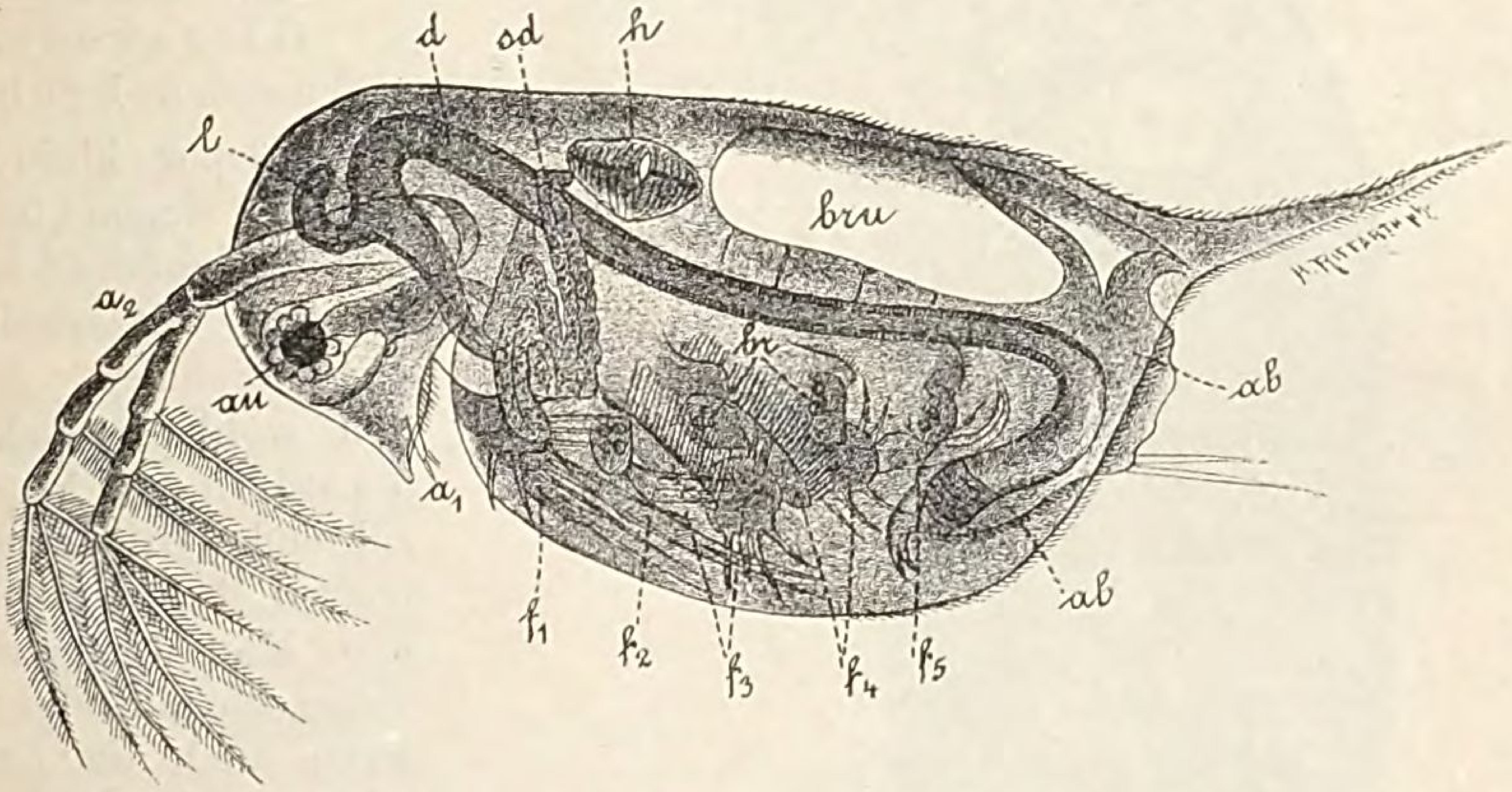


Fig. 193. **Daphnia similis**, junges Weibchen (nach CLAUS). a_1 Antennula, a_2 zweite (Ruder-) Antenne, *l* Leberblindsack, *au* Auge, *d* Darm, *sd* Schalendrüse, *h* Herz, *bru* Brutraum, *ab* Abdomen, *br* Kiemensäckchen, f_1—f_5 Rumpffüsse, *g* Gehirn.

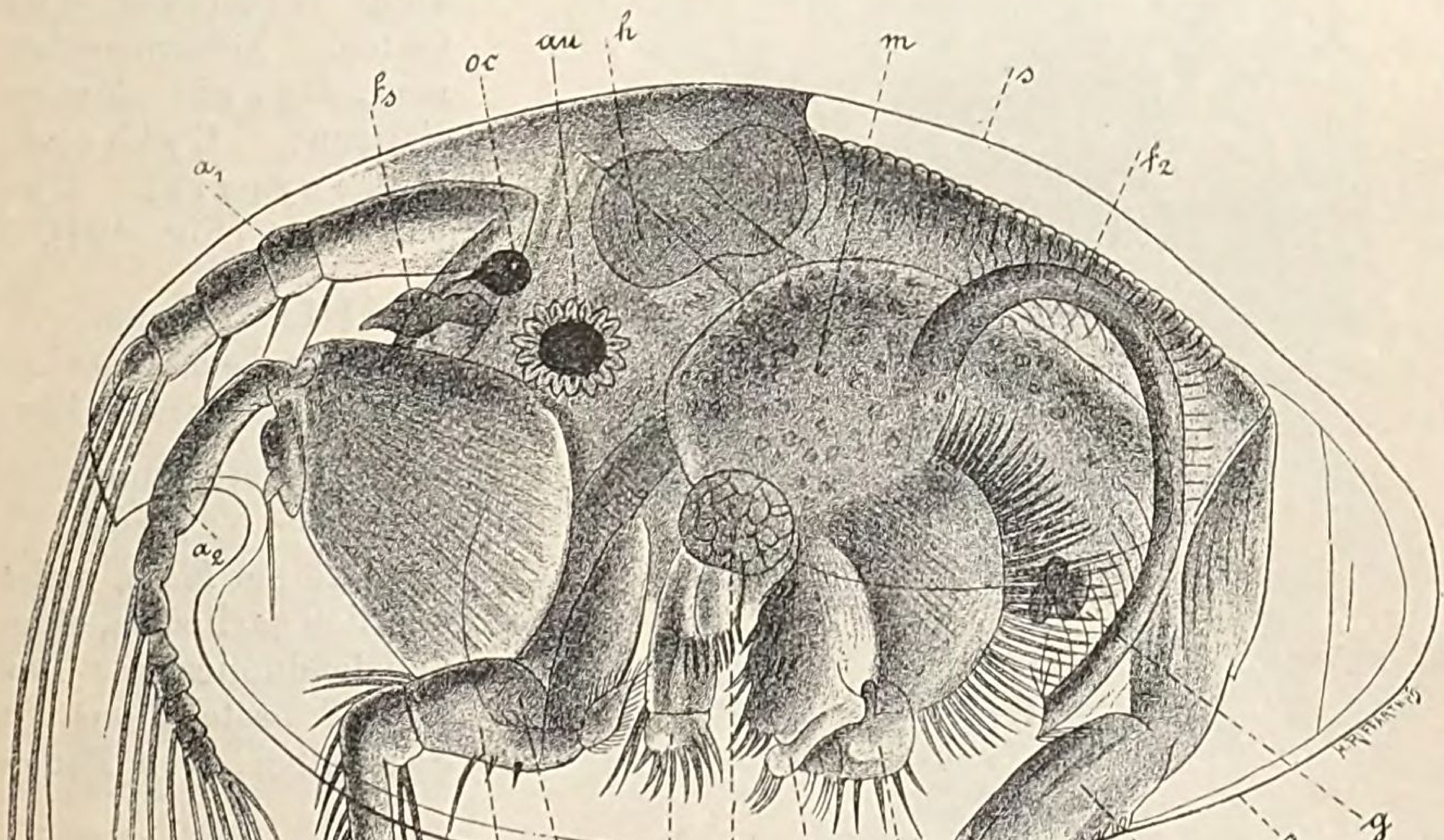
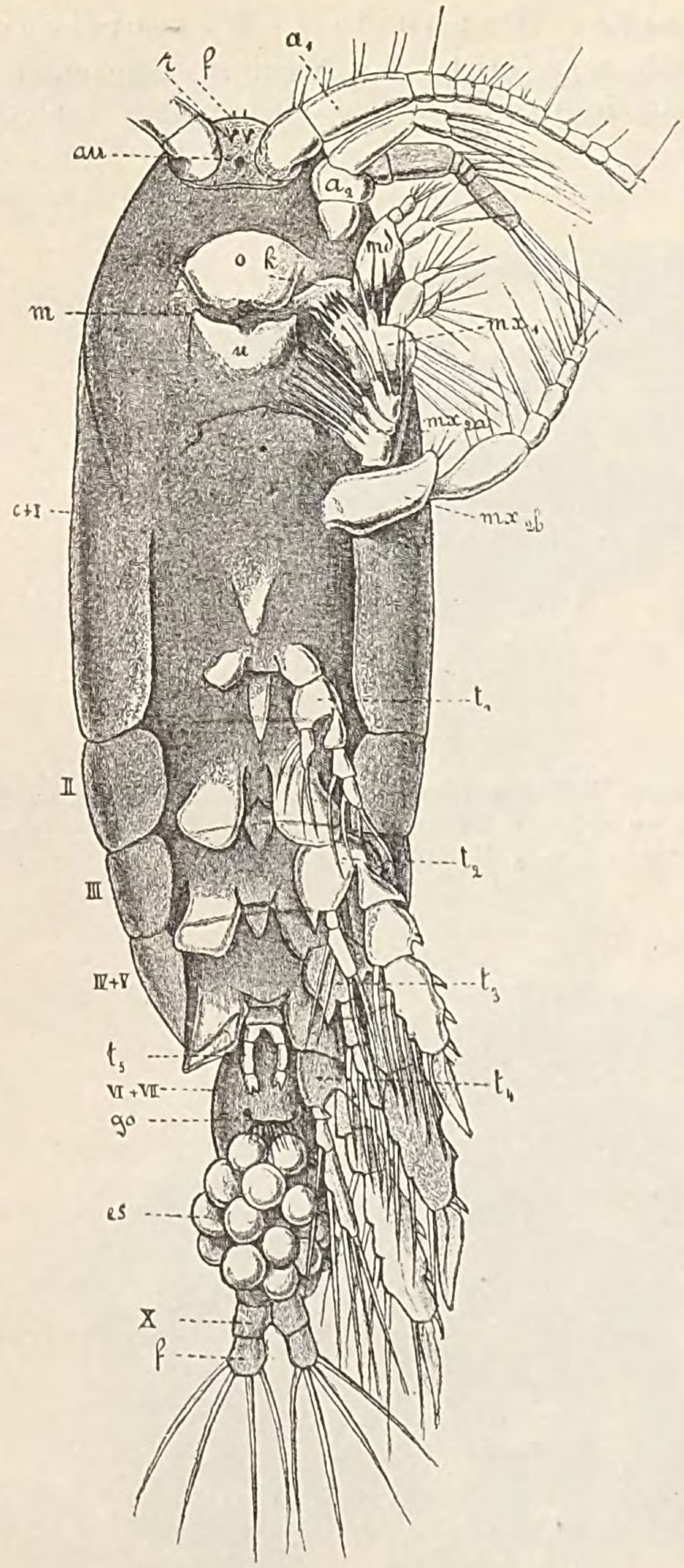


Fig. 194. **Cypridina mediterranea**, Weibchen, von der Seite (nach CLAUS). a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *fs* Frontalorgan, *oc* unpaares Auge, *au* paariges Auge, *h* Herz, *m* Magen, *s* Schale, f_2 Putzfuss, *g* Geschlechtsgliedmaasse (?), f_1 erster Fuss, mx_2 zweite Maxille, *sm* Schalenmuskel, mx_1 erste Maxille, *ob* Oberlippe, *md* Mandibel.

Kiemensäckchen können fehlen. Mit zweiklappiger Schale. Kopf frei vorstehend. Weibchen mit dorsalem Brutraum zwischen Schale und Rumpf. Herz sackförmig mit einem Ostienpaar. Meist im süssen Wasser. Daphnia (Fig. 193), Sida, Moina, Lynceus, Polyphemus, Leptodora, Evadne (im Meere).



II. Ordnung.
Ostracoda.
Muschelkrebse.

Körper klein, aus wenigen Segmenten bestehend, undeutlich segmentirt, mit zweiklappiger Schale. Ausser den wohl entwickelten 5 vordern zum Kopfe zu zählenden Gliedmaassenpaaren, d. h. den Antennen, Mandibeln und Maxillen, die alle oder theilweise auch als Kriech- oder Schwimmfüsse entwickelt sein können, finden sich nur 2 Beinpaare des Rumpfes. Herz kann vorkommen oder fehlen. Süsswasserformen: Cypris. Marine Formen: Cythere, Halocypris, Cypridina (Fig. 194).

III. Ordnung.
Copepoden. Spalt- oder Ruderfüssler.

1. Unterordnung.
Eucopepoda.

Körper klein, meist deutlich gegliedert, ohne Schalenduplicatur. Der Rumpf besteht aus 10 Segmenten, von denen

Fig. 195. **Clausocalanus mastigophorus** (Claus), Weibchen, von der Bauchseite (nach einer Originalzeichnung von W. Giesbrecht). Nur die Extremitäten der linken Körperseite sind ausgezeichnet. a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *md* Mandibel mit Kaulade *k*, mx_1 vordere Maxillen, mx_2a, mx_2b vordere und hintere Maxillipedes = Exo- und Endopodit der 2. Maxille, t_1—t_5 Ruderfüsse (Spaltfüsse), t_5 rudimentär, *f* Frontalorgan, *r* rostrum, *au* Auge, *o* Oberlippe, *m* Mund, *u* Unterlippe, *c*+*I* Kopf und 1. Rumpfsegment, *II*—*X* 2.—10. Rumpfsegment, *I*—*V* gliedmaassentragende Segmente (Thoracalsegmente), *VI*—*X* gliedmaassenlose Segmente (Abdominalsegmente), *VI*+*VII* Genitaldoppelsegment, *go* Geschlechtsöffnung, *es* Eiersäckchen (unpaar), *f* Furca.

die 5 vordern 5 Paar zweiästige Ruderfüsse tragen, die hintern extremitätenlos sind. Das vorderste Rumpfsegment mit dem Kopfe verschmolzen. Antennen, Mandibeln und Maxillen (die hintern Maxillen sind in ihre Spaltäste aufgelöst) wenigstens bei den freilebenden Formen wohl entwickelt; die Mundtheile bei den parasitischen Formen saugend oder stechend. Herz fehlt bald, bald ist es vorhanden und dann sackförmig. Die Weibchen tragen die befruchteten Eier in einem paarigen oder unpaaren Eiersäckchen herum. Kiemen fehlen. Freilebende Copepoden oder Commensalen: Cyclops, Canthocamptus im süssen Wasser. Cetochilus, Clausocalanus (Fig. 195) im Meere. Notodelphys, Commensale in der Kiemenhöhle von Ascidien. Parasitische Copepoden: Corycaeus, Sapphirina (zum Theil nur gelegentliche oder temporäre Parasiten), Chondracanthus, Caligus, Lernaea, Lernaeocera, Penella, Lernanthropus, Lernaeascus, Achtheres, Anchorella.

2. Unterordnung. Branchiura (Argulidae). Karpfenläuse.

Körper besteht aus dem schildförmig abgeplatteten Kopfbruststück und dem kleinen, platten, der Länge nach gespaltenen Abdomen (Schwanzflosse). Vor der Saugröhre des Mundes ein langer, vorstülpbarer Stachel. Vier Paar lange cirrusähnliche, zweiästige Schwimmfüsse. Zwei grosse zusammengesetzte Seitenaugen. Hoden in der Schwanzflosse. Herz vorhanden. Weibchen ohne Eiersäckchen, kleben die Eier an fremde Gegenstände an. Argulus (Fig. 196) auf Karpfen.

IV. Ordnung. Cirripedien. Rankenfüssler.

Charakteristik der festsitzenden Formen: Körper undeutlich gegliedert, mit dem Kopfende festsitzend, von einem meist verkalkenden und dann eine Schale oder ein Gehäuse bildenden Mantel umgeben. Vordere Antennen (Haftantennen) winzig klein, hintere verkümmert. Mundglied-

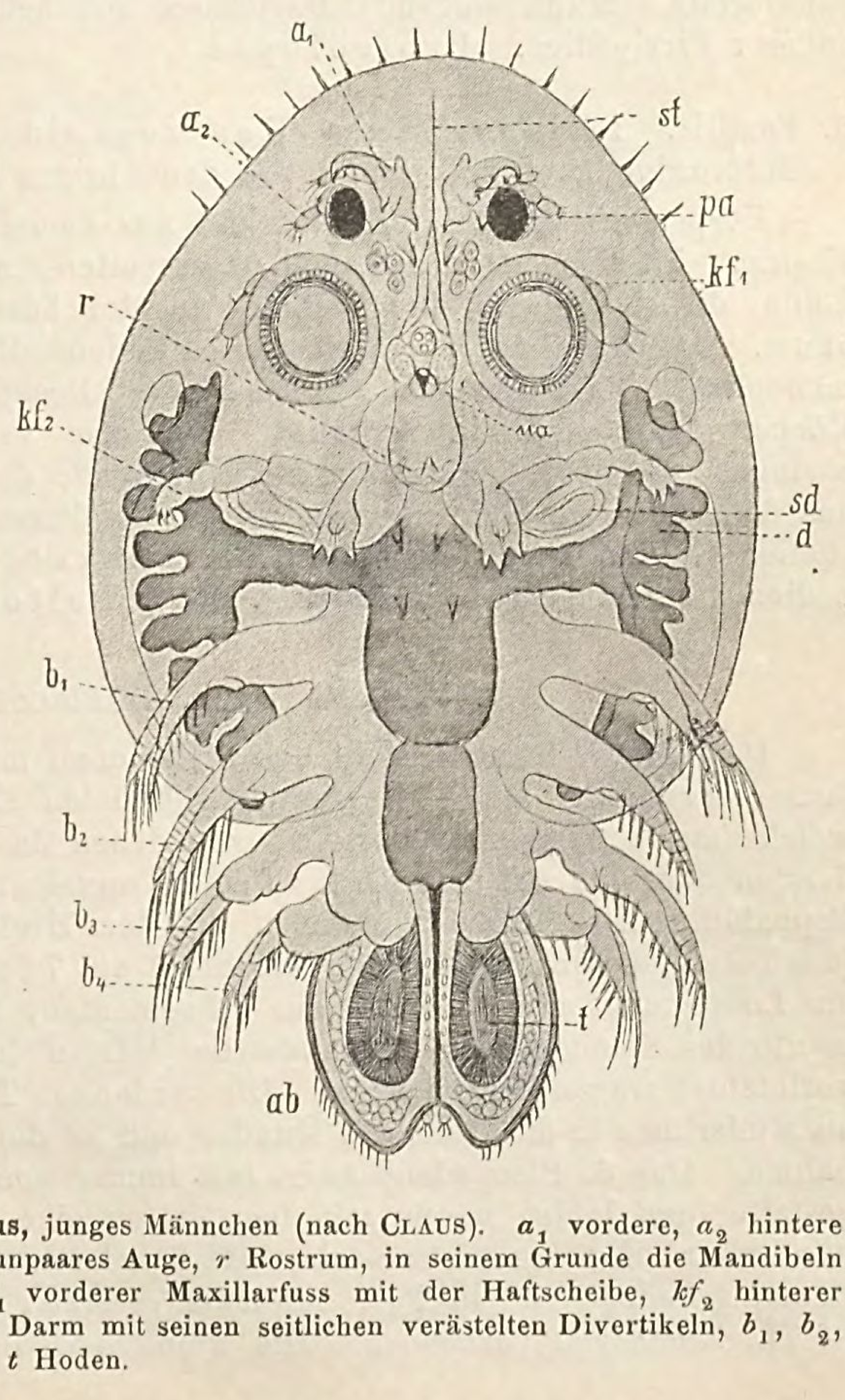


Fig. 196. **Argulus foliaceus**, junges Männchen (nach Claus). a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *pa* paariges Auge, *ua* unpaares Auge, *r* Rostrum, in seinem Grunde die Mandibeln und Maxillen einschliessend, kf_1 vorderer Maxillarfuss mit der Haftscheibe, kf_2 hinterer Maxillarfuss, *sd* Schalendrüse, *d* Darm mit seinen seitlichen verästelten Divertikeln, b_1, b_2, b_3, b_4 Brustfüsse, *ab* Abdomen, *t* Hoden.

maassen klein, zum Theil verkümmert. 6 (seltener 4) Paar lange zweiästige Rankenfüsse. Ohne Herz. Zwitter, bisweilen mit Zwergmännchen, seltener getrennt geschlechtlich und dimorph. Leben im Meere.

1. Familie. Lepadidae (Pedunculata). Entenmuscheln.

Kopfende in einen festsitzenden Stiel ausgezogen. Lepas (Fig. 205 und 206, pag. 308) Conchoderma, Scalpellum, Pollicipes, Ibla.

2. Familie. Balanidae. Meereicheln.

Stiel fehlt. Körper von einem Schalenkranz umgeben. Balanus (Fig. 207 und 208, pag. 309), Tubicinella, Coronula.

3. Familie. Alcippidae (Abdominalia).

Körper von einem flaschenförmigen, häutigen Mantel umgeben mit 3 oder 4 Paar von Füssen, welche den letzten 4 Paaren der übrigen Cirripedien entsprechen. Leben in den Kalkschalen anderer Cirripedien und von Mollusken. Alcippe, Cryptophialus.

4. Familie. Proteolepadidae (Apoda).

Körper madenförmig, ohne Rankenfüsse. Vordere (Haft-) Antennen bandförmig. Mund saugend. Darmkanal rudimentär. Parasiten im Mantel anderer Cirripedien. Proteolepas.

5. Familie. Rhizocephala (Kentrogonida), vielleicht als besondere Unterordnung oder Ordnung von den übrigen Cirripedien zu trennen.

Körper schlauchförmig, entspricht nur dem Kopftheile der verwandten Krebse. Integument in 2 Lamellen gespalten, zwischen ihnen eine Bruthöhle, die sich durch eine Oeffnung in der äussern Lamelle nach aussen öffnet. Darmkanal fehlt. Gliedmaassen fehlen. Hermaphroditen mit Zwergmännchen. Parasiten am Abdomen von Decapoden. Am sackförmigen Körper findet sich ein Haftstiel, von dem verzweigte „Wurzeln“ entspringen, die überall zwischen die Eingeweide des Wirthes eindringen und aus demselben die Nahrung zum Körper des Parasiten führen. Die Larvenstadien (Nauplius und cyprisähnliche Larve) sind denen der übrigen Cirripedien ähnlich. Sacculina (Fig. 209), Peltogaster.

II. Unterklasse. Malacostraca.

Der Körperstamm besteht aus 3 Regionen mit constanter Segmentzahl, dem ursprünglich aus 5 Segmenten gebildeten Kopf, der Brust (Thorax), welche aus 8 Segmenten besteht, von denen das vorderste, oder die vordersten oder alle mit dem Kopf zu einem unvollständigen oder vollständigen Cephalothorax verschmelzen können, und dem Hinterleib (Abdomen), welcher (das Telson als ein Segment mitgerechnet) aus 7 Segmenten (nur bei Nebalia, das Endsegment mitgerechnet, aus 8 Segmenten) besteht. Sämmtliche Segmente des Stammes mit Ausnahme des letzten (und bei Nebalia auch des vorletzten) tragen Gliedmaassen. Die vordersten Thoracalfüsse rücken häufig als Kieferfüsse in die Nähe des Mundes und in den Dienst der Nahrungsaufnahme. Das 6. Pleopodenpaar ist fast immer von den übrigen abweichend gestaltet und bildet häufig mit dem Telson eine Schwanzflosse. Eine von der hintern Kopfgegend entspringende Schalenduplicatur ist sehr verbreitet. Ueberall findet sich ein Paar zusammengesetzter Seitenaugen, und überall ist ein Kaumagen vorhanden. Die weiblichen Geschlechtsöffnungen liegen

am drittletzten, die männlichen am letzten Thoracalsegment. Entwickelung bald mit, bald ohne Metamorphose. Selten ist die aus dem Ei schlüpfende Larve ein Nauplius. Bei manchen Thoracostraken durchlaufen die Larven das Zoëastadium.

I. Legion. Leptostraca.

Eine äusserst wichtige Krebsgruppe, die unter allen lebenden Krebsen der Stammform der Malacostraken am nächsten steht und häufig als besondere Unterklasse zwischen die Entomostraca und Malacostraca gestellt wird. Körper schlank, bis auf die 4 letzten Abdominalsegmente von einer zweiklappigen Schale bedeckt. Ausserdem noch eine bewegliche Kopfplatte. Kopf von der Brust deutlich gesondert mit den 5 typischen Gliedmaassenpaaren. Alle 8 Segmente der kurzen Brust deutlich abgegrenzt, mit 8 Paaren gleichgestalteter, zweiästiger, lamellöser Thoracalfüsse. Am Basalglied der Protopoditen derselben eine grosse als Kieme fungirende Epipodiallamelle. Die 4 vorderen Pleopodpaare sind kräftige, zweiästige Ruderfüsse, die 2 hinteren Paare sind kurz, einästig. Das letzte Segment des Abdomens trägt 2 Furcalfortsätze. Am Kopfe 2 gestielte zusammengesetzte Seitenaugen. Herz langgestreckt, mit 7 Ostienpaaren, erstreckt sich durch die Brust und das Abdomen bis in das vierte Abdominalsegment. Kaumagen vorhanden.

Einzige Ordnung und Familie. Nebalidae. Nebalia (Fig. 197). Paranebalia. Nebaliopsis. Marine Formen.

Verwandt mit den Leptostraken sind wahrscheinlich die fossilen, paläozoischen Ceratiocaridae (Archaeostraken): Hymenocaris, Ceratiocaris u. s. w.

II. Legion. Arthrostraca. Ringelkrebse (Edriophthalmata).

Mit Ausnahme der Abtheilung der Anisopoden fehlt eine Schalenduplicatur. Das 1. Brustsegment (seltener auch das 2.) mit

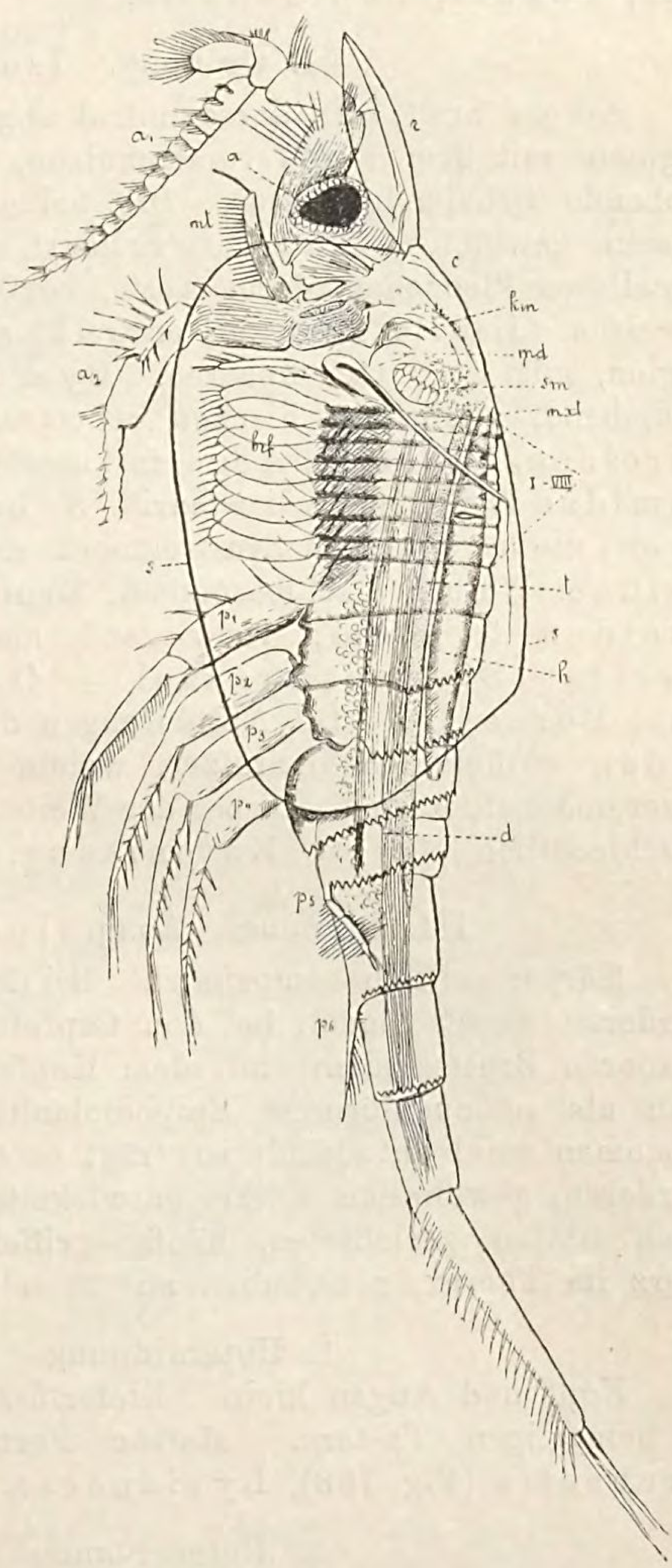


Fig. 197. **Nebalia Geoffroyi**, Männchen (nach CLAUS). *r* Rostralplatte, *c* Kopfregion, *km* Kaumagen, *md* Mandibel, *sm* Schalenmuskel, *mxt* Taster der vordern Maxille (Putzfuss), *I—VIII* Thoracalsegmente, *t* Hoden, *s* Schale, *h* Herz, *d* Darm, a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *mt* Mandibulartaster, *brf* Brustfüsse, p_1—p_6 Pleopoden, *a* Auge.

dem Kopfe verschmolzen und dem entsprechend das vorderste Thoracalfusspaar zu Kieferfüssen umgewandelt. Die 2 Seitenaugen sitzend.

I. Ordnung. Anisopoda. Scheerenasseln.

Erstes und zweites Brustsegment mit dem Kopfe verschmolzen. Kopfbrust mit seitlicher Schalenduplicatur, welche jederseits eine Athemhöhle bedeckt. Die beiden Maxillenpaare mit Tastern. Die Taster des vorderen Paares ragen als Putzfüsse in die Athemhöhle vor. Am Maxillarfuss ein als Kieme fungirender Epipodialanhang. Das Beinpaar des ebenfalls mit dem Kopfe verschmolzenen 2. Brustsegmentes als kräftige Scheerenfüsse entwickelt. Abdomen mit zweiästigen Schwimmfüssen. Herz im Thorax, gewöhnlich mit 2 Ostienpaaren (das Apseudesherz hat nur 3 Ostien.) Apseudes, Tanais, Leptochelia.

II. Ordnung. Isopoda, Asseln.

Körper breit, oft dorsoventral abgeplattet. Nur das vorderste Brustsegment mit dem Kopfe verschmolzen, die übrigen 7 frei. Keine frei abstehende Schalenduplicatur. Die beiden Maxillenpaare ohne Taster. Abdomen gewöhnlich kurz, oft reducirt, meist sechsgliedrig mit 2 ästigen lamellösen Pleopoden, deren Aeste, vorwiegend die Endopoditen, als Kiemen fungiren. Herz im Abdomen, erstreckt sich meist noch in die hintere Brustregion, mit 1—2 Ostienpaaren. Cymothoidae, hermaphroditisch, theils freilebend, theils an Fischen schmarotzend. Cymothoa, Anilocra, Cirolana, Nerocila, Aega, fast ausschliesslich marine Formen. — Sphaeromidae freilebend, meist marin. Sphaeroma. — Pranizidae, frei im Meere, die 3 vordersten Brustsegmente mit dem Kopfe verschmolzen. — Anceidae, Weibchen schmarotzend, Männchen freilebend, Anceus. — Idotheiden freilebend, vorwiegend marin. Idothea. — Asellidae. Asellus, Süsswasserassel. — Oniscidae, Landasseln. Oniscus, Porcellio. Die Abtheilungen der Bopyridae und Cryptonisciden enthalten Schmarotzer, welche vorwiegend hermaphroditisch, mit Zwergmännchen, sind. Körper der Weibchen deformirt. Bopyrus (getrennt geschlechtlich), Gyge, Entoniscus, Cryptoniscus u. s. w.

III. Ordnung. Amphipoda. Flohkrebse.

Körper seitlich comprimirt. Bei den typischen Amphipoden ist nur das vorderste Brustsegment, bei den Caprelliden und Cyamiden sind die beiden vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe verschmolzen. Die Kiemen finden sich als schlauchförmige Epipodialanhänge an den Brustfüssen. Wo das Abdomen wohl entwickelt ist, trägt es 6 Paar Spaltfüsse, von denen die 3 vorderen, gewöhnlich stärker entwickelten, als Schwimmbeine, die hinteren, nach hinten gerichteten, häufig griffelförmigen, als Sprungfüsse dienen. Herz im Thorax, gewöhnlich mit 3, selten mit 1 oder 2 Ostienpaaren.

1. Unterordnung. Crevettina.

Kopf und Augen klein. Kieferfüsse bilden eine grosse Unterlippe mit 2 beinartigen Tastern. Marine Formen: Corophium, Talitrus, Orchestia (Fig. 198), Lysianassa. Im süssen Wasser: Gammarus.

2. Unterordnung. Hyperina.

Kopf und Augen gross, letztere oft in Scheitel- und Wangenaugen getheilt. Kieferfüsse bilden eine kleine Unterlippe ohne Taster. Marine Formen: Hyperia (Augen nicht getheilt), Phronima, Platyscelus, Oxycephalus.

3. Unterordnung. Lämodipoda.

Abdomen stummelförmig. Die 2 vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe verschmolzen. Kiemen am 2. und 3. freien Brustsegment, Beine an diesen Segmenten oft verkümmert. Marine Formen. Caprelliden. Körperstamm sehr dünn und schlank. Caprella (Fig. 199), Proto, Protella. — Cyamiden. Körper breit und flach. Parasiten auf der Haut von Walfischen. Cyamus.

III. Legion.
Thoracostraca (Podophtalmata).
Schalenkrebse.

Mit einer Schalenduplicatur, welche einen grösseren oder geringeren Theil der Brust bedeckt und mit dem dorsalen Integumente aller oder einiger vorderer Brustsegmente verschmilzt, seitlich aber immer frei abstehend als Kiemendeckel die Athemhöhle bedeckt. Eine verschiedene Anzahl vorderer, oder alle Thoracalsegmente wenigstens dorsalwärts mit dem Kopfe zu einem unvollständigen oder vollständigen Cephalothorax verschmolzen. Die 2 Seitenaugen mit Ausnahme derjenigen der Cumaceen gestielt.

I. Ordnung. Cumacea.

Schale (Kopfbrustschild) klein, lässt die 5 hinteren, freien Brustsegmente unbedeckt. Augen sitzend, einander genähert oder zu einem verschmolzen,

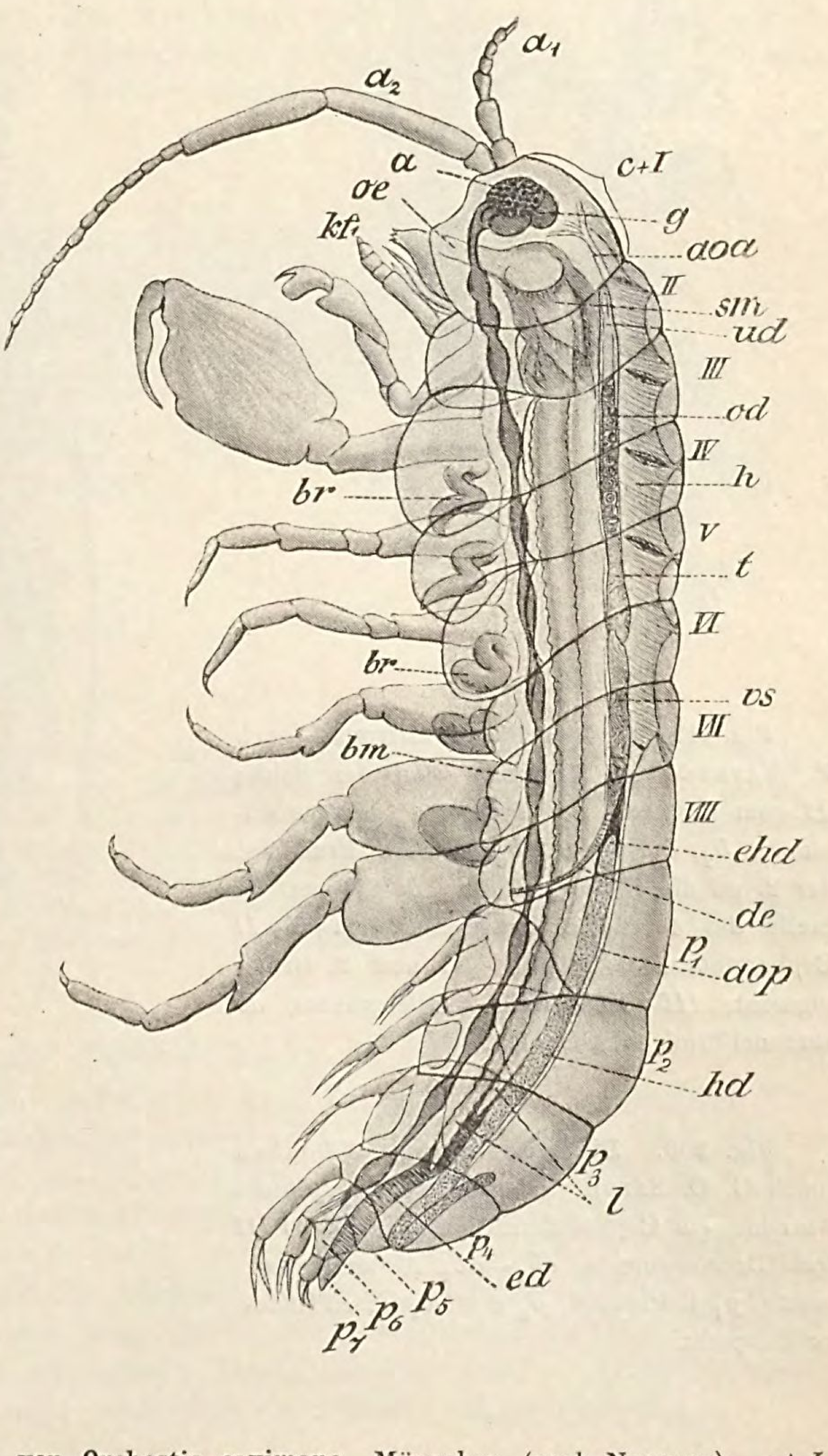


Fig. 198. **Organisation von Orchestia cavimana**, Männchen (nach NEBESKI). $c+I$ Kopf + 1. Brustsegment, II—$VIII$ freie Brustsegmente mit ihren Extremitäten, p_1—p_7 Abdominalsegmente, a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *a* Auge, *oe* Oesophagus, kf_1 Kieferfuss, *br* Kiemen, *bm* Bauchmark, *g* Gehirn, *aoa* vordere Aorta, *sm* Schlundmagen, *ud* unpaarer Darmblindsack, *od* ovigener Theil der Keimdrüse, *h* Herz, *t* Hode, *vs* Vesica seminalis, *de* Ductus ejaculatorius, *ehd* Einmündung der Harndrüse *hd* in den Darm, *aop* hintere Aorta, *l* Enden der Leberschläuche, *ed* hinteres Ende des Darms.

schwach entwickelt, bisweilen fehlend. Zwei Kieferfusspaare. Das erste mit sehr grossem Epipoditen, welcher eine Kieme trägt. Von den 6 folgenden Brustfusspaaren tragen die beiden ersten immer, oft auch die 3

Fig. 199.

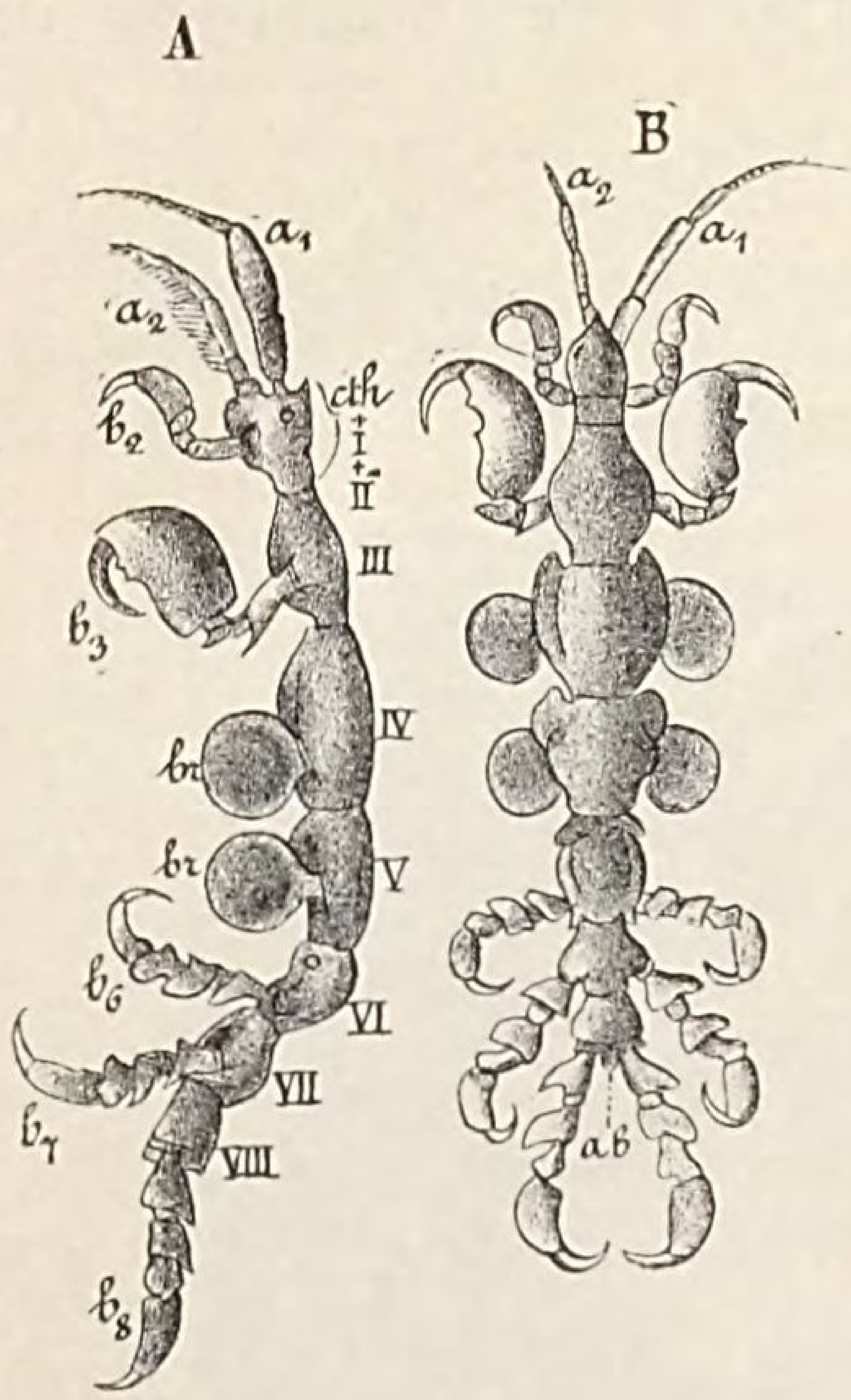


Fig. 200.

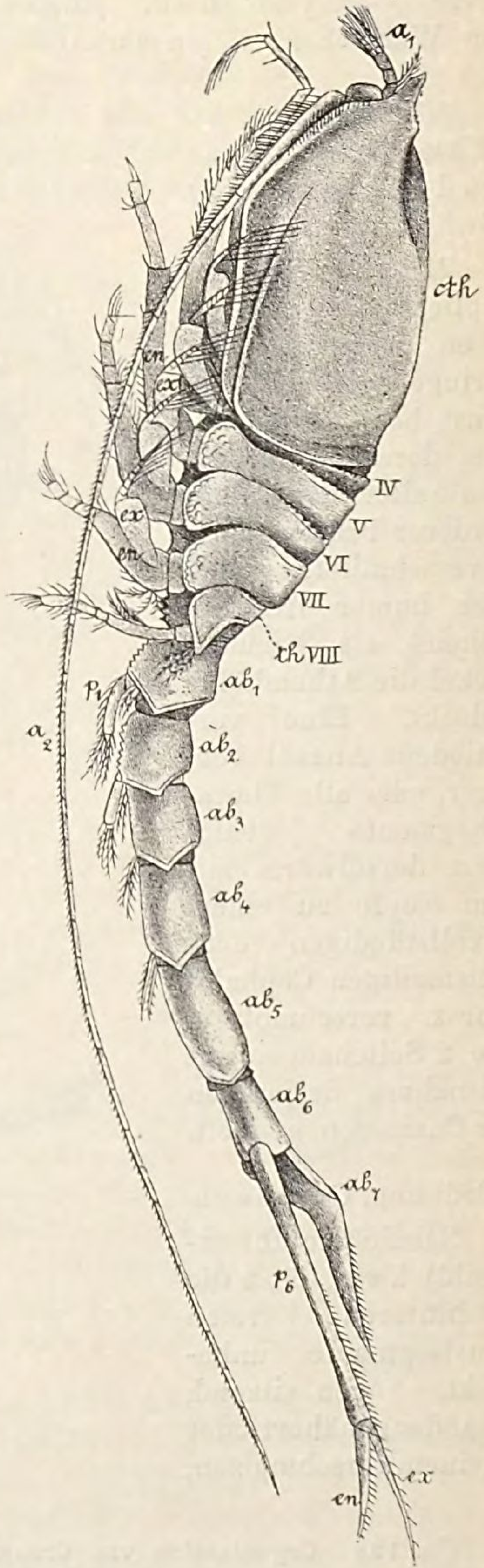


Fig. 199. **Caprella acutifrons** (nach P. Mayer). *A* Männchen von der Seite; *B* vom Rücken. a_1 vordere, a_2 hintere Antennen, b_2, b_3, b_6, b_7, b_8 2. bis 8. Brustfuss, der 2. an die Kehle gerückt, *br* Kiemen an Stelle des 4. und 5. Brustfusses, $cth+I+II$ Cephalothorax = Kopf + 1. und 2. Brustsegment, *III—VIII* freie Brustsegmente, *ab* stummelförmiges Abdomen.

Fig. 200. **Diastylis stygia**, Männchen (nach G. O. Sars). a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *cth* Cephalothoracalschild, *IV—VIII* freie Brustsegmente, ab_1—ab_7 Abdominalsegmente, p_1 1. Pleopod, p_6 6. Pleopod, *en* Endo-, *ex* Exopodit.

folgenden, nie aber das letzte neben dem Endopoditen auch einen Exopoditen. Abdomen lang und schlank. Beim Weibchen fehlen die Pleopoden mit Ausnahme derjenigen des letzten Paares. Marine Formen. Diastylis (Fig. 200).

II. Ordnung. Stomatopoda. Maulfüssler.

Kopfbrustschild ziemlich klein, die drei wohl abgegrenzten hinteren Brustsegmente nicht bedeckend. Körper gestreckt, dorsoventral abgeplattet. Abdomen gross und kräftig. Die 5 vorderen Brustfusspaare (Mundfüsse) in die Nähe des Mundes gerückt, sind Greif- oder Raubfüsse, mit Epipodiallamellen, aber ohne Exopoditen. Die drei hinteren Brustfusspaare sind spaltästige Beine ohne Epipodialanhänge. Die fünf vorderen Pleopodpaare sind kräftige lamellöse Schwimmfüsse, deren Exopoditen Kiemenbüschel tragen. Das 6. Pleopodpaar bildet mit dem Telson eine mächtige Schwanzflosse. Des Herz verlängert sich in ein das Abdomen durchziehendes, mit mehreren Ostienpaaren versehenes Rückengefäss. Ovarien und Hoden im Abdomen. Meeresbewohner. Squilla (Fig. 201).

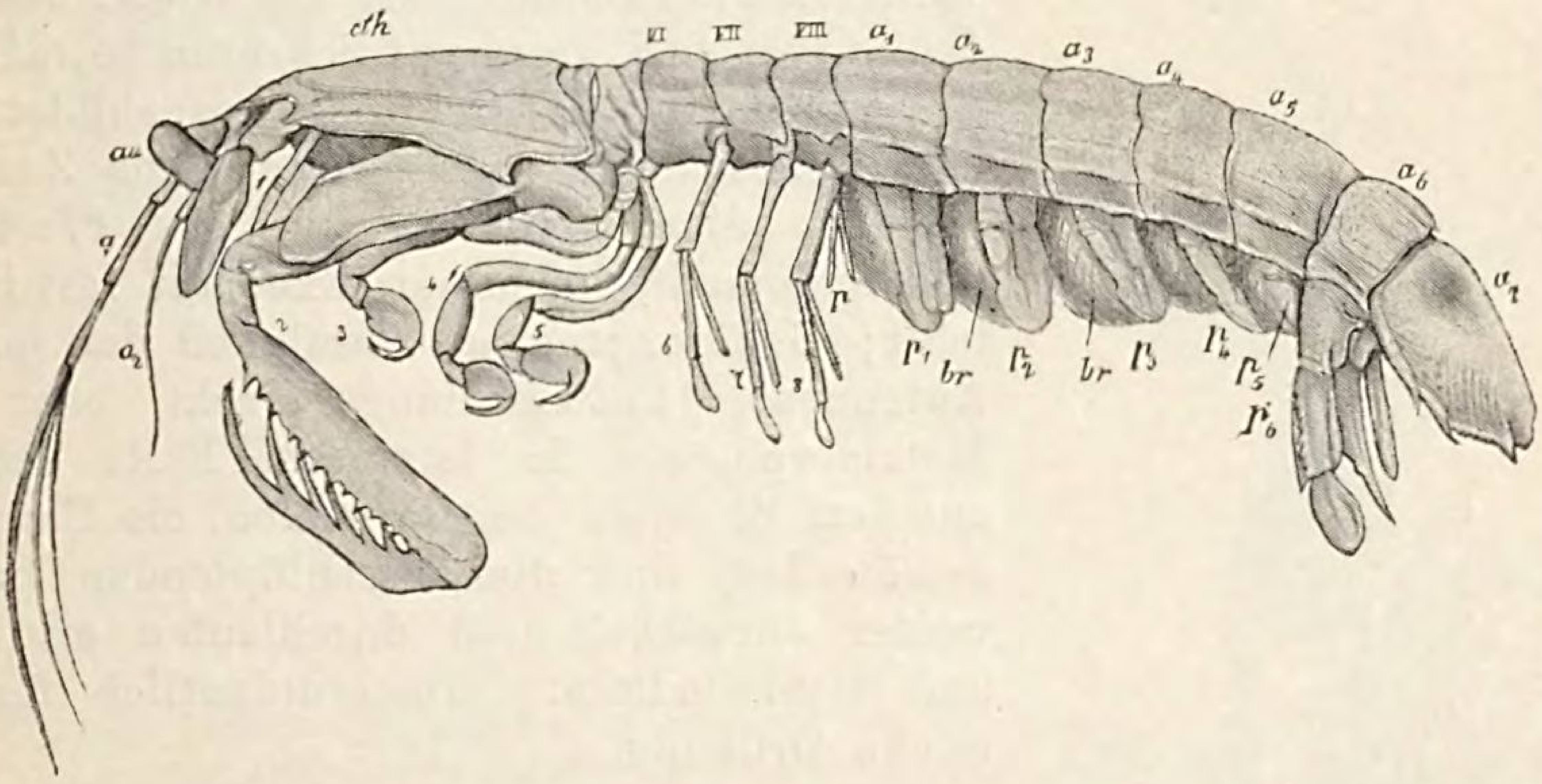


Fig. 201. **Squilla,** von der Seite. *cth* Cephalothoracalschild, *VI*, *VII*, *VIII* die drei hinteren freien Brustsegmente, a_1—a_7 die Segmente des Abdomens, a_7 das Telson, *au* Auge, a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, 1—8 die 8 Brustfüsse, und zwar 1 der erste Kieferfuss, 2 der 2. Kieferfuss oder der grosse Raubfuss, 3, 4, 5 die hintern Raubfüsse, 1—5 werden als Mundfüsse bezeichnet, 6, 7, 8 die 3 gabelästigen Ruderfüsse der 3 hinteren Rumpfsegmente, *p* Penis, p_1—p_6 die Pleopoden (Schwimmfüsse), p_6 mit dem Telson die kräftige Schwanzflosse bildend, *br* die Kiemenbüschel am Exopoditen der Pleopoden.

III. Ordnung. Schizopoda. Spaltfüsser.

Kopfbrustschild wohl entwickelt, zarthäutig, bedeckt den ganzen Thorax. Doch ist das Rückenintegument der 5 letzten, oder des letzten Thoracalsegmentes nicht mit ihm verwachsen. Die 8 Brustfusspaare sind ziemlich gleichgestaltet und stellen Spaltfüsse (mit Exopodit und Endopodit) dar, doch kann man meist die 2 vorderen Rumpffusspaare als Kieferfüsse bezeichnen, da sie Kauladen besitzen können. Abdomen kräftig, schlank. Pleopoden beim Weibchen sehr klein, beim Männchen kräftig entwickelt. Das letzte Pleopodpaar in beiden Geschlechtern wohl entwickelt, bildet mit dem Telson eine Ruder- oder Schwimmflosse. Meeresbewohner.

1. Familie. Mysideae.

Brustfüsse ohne Kiemen, das erste Paar mit grosser, schwingender Epipodiallamelle. 5 letzte Brustsegmente frei unter dem Rückenschild. Gehörorgane im Endopoditen des 6. Pleopodpaares. Mysis. Siriella (Fig. 202) (beim Männchen Kiemen an den Pleopoden).

2. Familie. Lophogastridae.

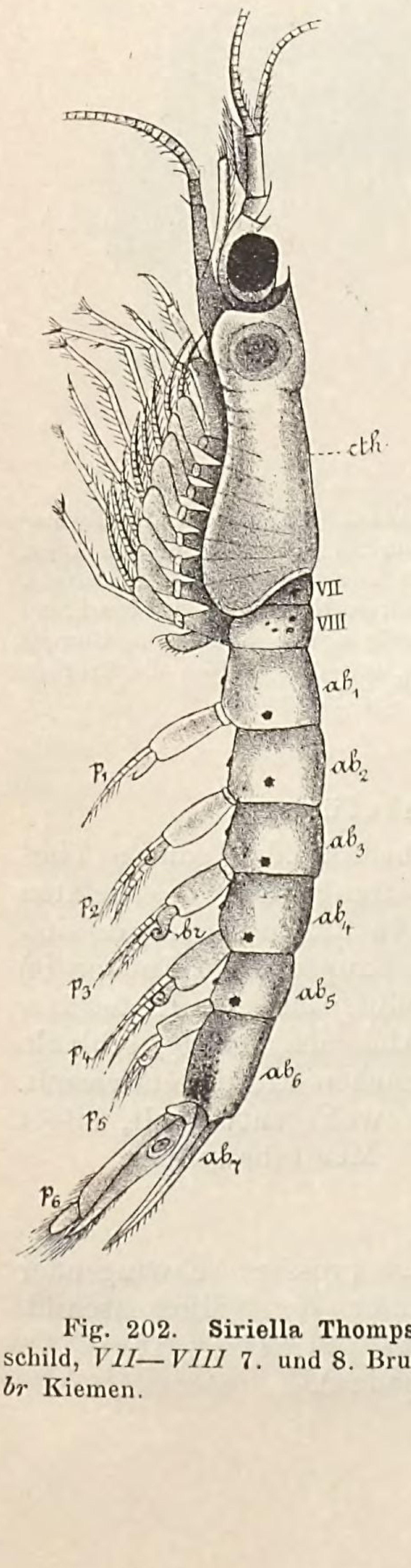
Mit Kiemenbüscheln an den Brustfüssen, 5 letzte Brustsegmente wie bei den Mysideen. Lophogaster.

3. Familie. Euphausidae.

Mit Kiemenbüscheln an den Brustfüssen. Nur das letzte Rumpfsegment ist unter dem Rückenschild frei. Euphausia, Thysanopoda.

IV. Ordnung. Decapoda.

Kopfbrustschild gross, meist fest und hart, kalkhaltig, den ganzen Thorax bedeckend und mit dem dorsalen Integumente sämmtlicher Thoracalsegmente verschmolzen. Exopodit der 2. Maxille bildet eine schwingende Platte, welche die Wasserströmung in der Kiemenhöhle regulirt. Die 3 vorderen Thoracalfusspaare als Kieferfüsse, die 5 hinteren theilweise mit Scheeren bewaffneten Brustfusspaare als Gehfüsse ausgebildet (daher „Decapoden"). Im erwachsenen Zustande bestehen diese Gehfüsse nur aus Protopodit und Endopodit, indem der Exopodit fast immer fehlt; Gehörorgane am Basalglied der inneren Antennen. Entwickelung direkt oder mit Metamorphose. In letzterem Falle schlüpft aus dem Ei selten (bei Garneelen) ein Nauplius; gewöhnlich sind die ausschlüpfenden Larven weiter entwickelt und durchlaufen ein Zoëa- und Mysisstadium. Ausserordentlich formenreiche Ordnung.



1. Unterordnung. Macrura.

Mit wohl entwickeltem Abdomen, welches mindestens so lang als der Cephalothorax ist. Meist mit vollzähligen Pleopoden, von denen das letzte Paar mit dem Telson eine kräftige Schwanzflosse bildet. Carididae, Garneelen. Penaeus, Palaemon, Crangon, Pontonia, Alpheus, Sergestes, Leucifer, im Meere. — Astacidae. Astacus fluviatilis. Flusskrebs (Fig. 203 und 204). Homarus (Hummer), Nephrops, Callianassa, Gebia, im Meere. — Palinuridae. Palinurus (Languste), Scyllarus, im Meere.

2. Unterordnung. Anomura.

(Diese Abtheilung ist nicht scharf abzugrenzen.)

Abdomen mässig gross, Schwanzflosse meist reducirt. Das hinterste oder die beiden hinteren Gehfusspaare verkümmert. Dritter

Fig. 202. **Siriella Thompsonii**, Männchen (nach G. O. Sars). *cth* Cephalothoracalschild, *VII—VIII* 7. und 8. Brustsegment, ab_1—ab_7 Abdominalsegmente, p_1—p_6 Pleopoden, *br* Kiemen.

Kieferfuss beinartig. Paguridae. Einsiedlerkrebse, marin, in leeren Schneckenschalen. Abdomen weichhäutig, assymmetrisch, mit verkümmerten, als Klammerorgane dienenden Pleopoden. Pagurus, Eupagurus, Birgus (in Erdlöchern). — Hippidae, marin, leben im Schlamme. Hinterleib harthäutig, zur Hälfte nach vorn umgeschlagen. — Die Galateiden (Galatea) nähern sich den Macruren, die Porcellanidae (Porcellana) den Brachyuren.

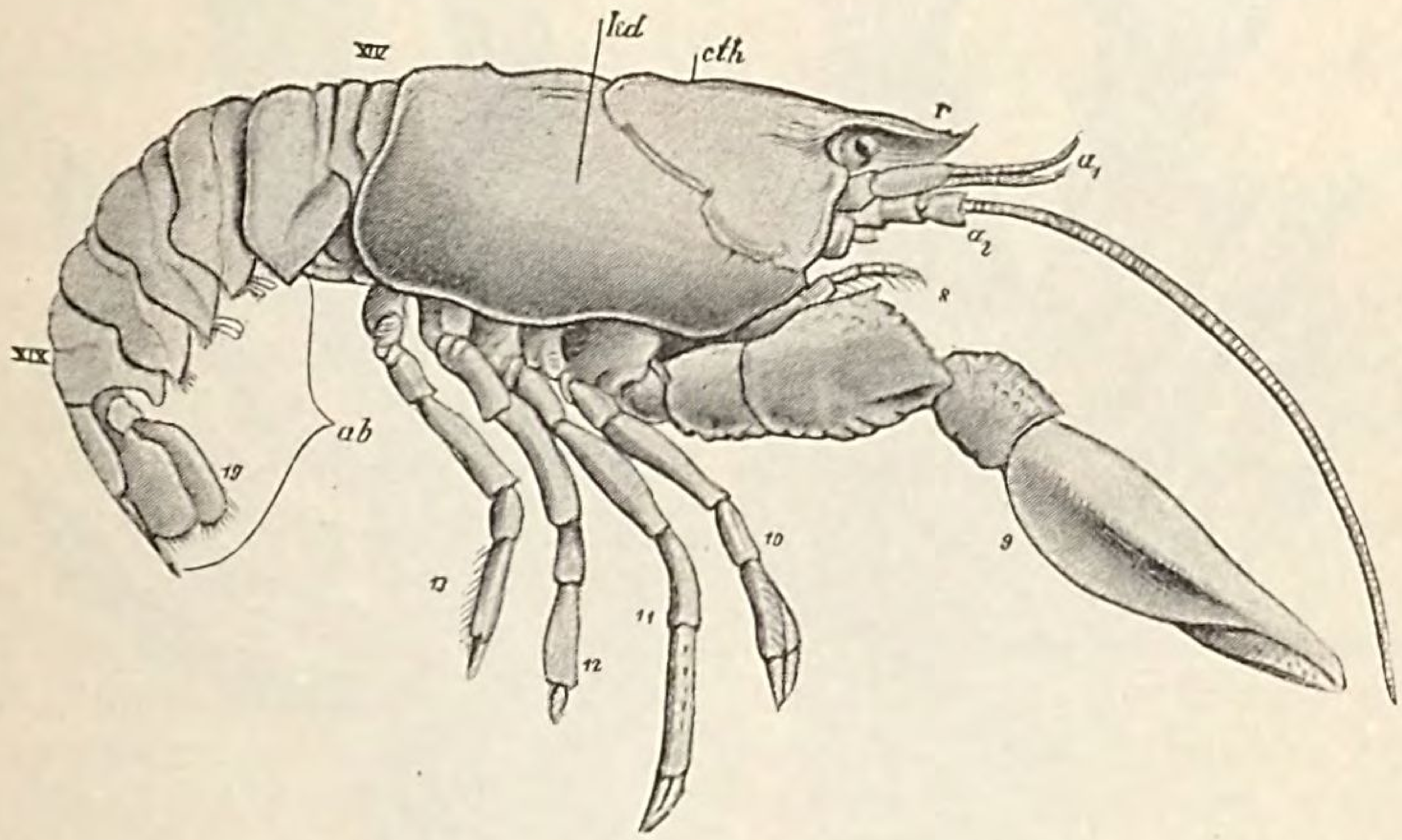


Fig. 203. **Astacus fluviatilis**, Männchen, von der Seite. *cth* Cephalothorax, *ab* Abdomen, *kd* Kiemendeckelpartie des Kopfbrustschildes, *XIV* erstes, *XIX* vorletztes Abdominalsegment, *r* Rostrum, a_1, a_2 1. und 2. Antenne, 8 dritter Kieferfuss, 9 Scheerenfuss, 10, 11, 12, 13 die 4 übrigen Gehfüsse, 19 die Pleopoden des 6. Abdominalsegmentes, welche mit dem Endsegment oder Telson die Schwanzflosse bilden. (Nach Huxley.)

3. Unterordnung. Brachiura. Krabben.

Körper gedrungen. Hinterleib ohne Afterflosse, verkümmert, auf die Bauchseite des Cephalothorax umgeschlagen. Im männlichen Geschlecht erhalten sich meist nur die beiden vorderen Pleopodpaare. Notopoda, im Meere. Dromia, Dorippe, Lithodes. — Oxystomata. Rundkrabben. Calappa, Ilia, im Meere. — Oxyrhyncha, Dreieckskrabben Maja, Pisa, Stenorhynchus, Inachus, Lambrus, im Meere. — Cyclometopa, Bogenkrabben. Telphusa (Süsswasserkrabbe). Cancer (Taschenkrebs), Xantho, Pilumnus, Eriphia, Portunus, Carcinus im Meer. — Catometopa, Viereckkrabben. Pinnoteres (Muschelwächter). Ocypoda, Grapsus im Meere. Gecarcinus, Landkrabbe.

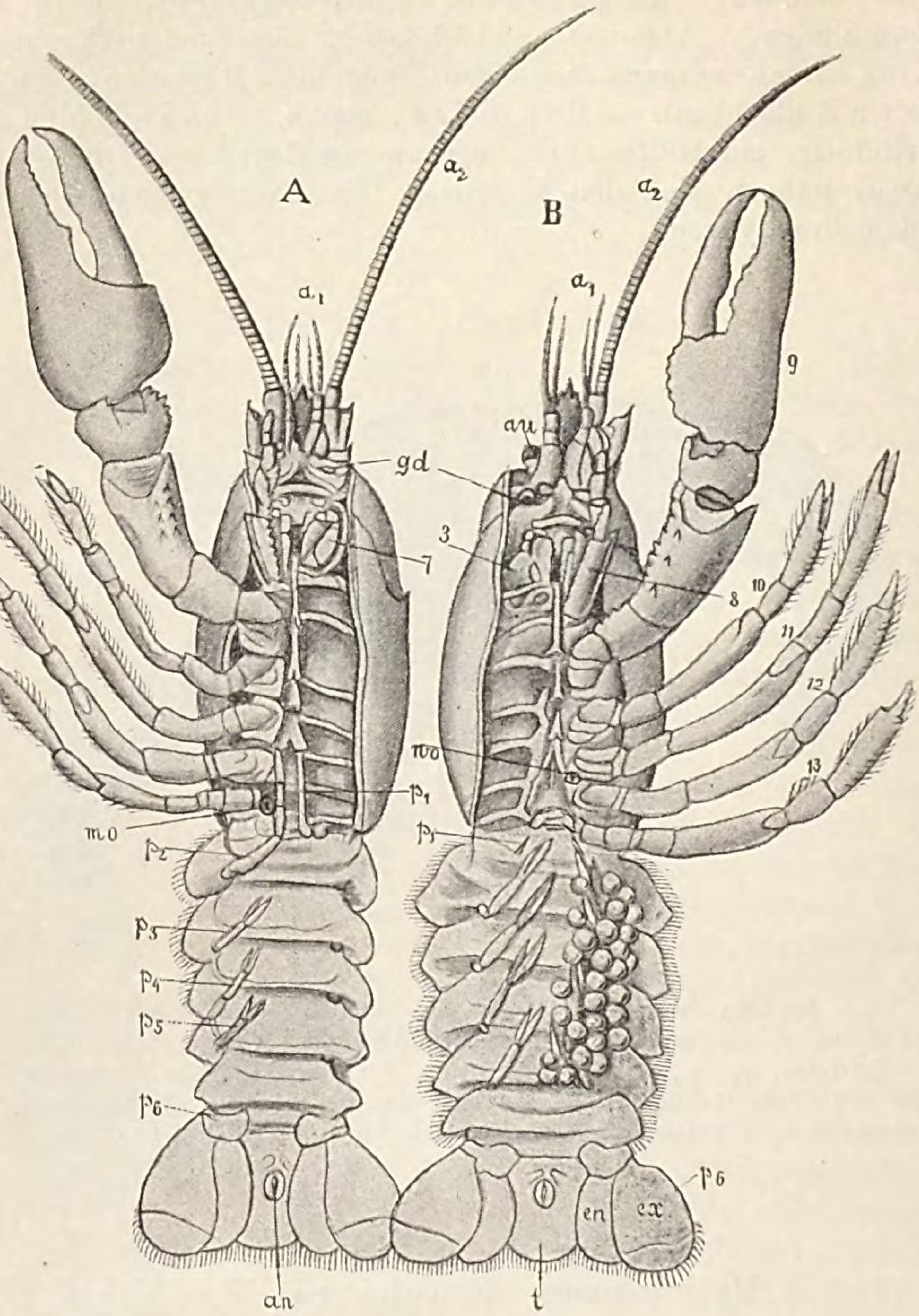


Fig. 204. **Astacus fluviatilis**, von der Bauchseite. *A* Männchen; *B* Weibchen. Beim Männchen sind die 8.—13. und 15.—18. Extremität der linken Körperseite entfernt; beim Weibchen die 2. und 4.—13. der rechten Seite. 3—13 Extremitäten des Cephalothorax, a_1, a_2 vordere und hintere Antenne, *gd* Mündung der Antennendrüse, *wo* weibliche, *mo* männliche Geschlechtsöffnung, p_1—p_6 Pleopoden, *en* Endo-, *ex* Exopodit des letzten Pleopodpaares, *an* Anus, *t* Telson. (Nach Huxley.)

I. Aeussere Organisation[1]).

Nirgends im Thierreich bietet das Studium der äusseren Organisation ein grösseres vergleichend-anatomisches Interesse als bei den Arthropoden. Die den Körper mit allen seinen Gliedmaassen äusserlich überziehende mehr oder weniger harte Chitinhülle dient nicht nur den

1) Aus Zweckmässigkeitsgründen, um die grosse morphologische Bedeutung des Leptostrakenkörpers hervorzuheben, wird Nebalia in diesem Abschnitt von den übrigen Malacostraken getrennt behandelt.

inneren Organen zum Schutz, sondern stellt zugleich auch das Skelet dar, an welchem sich die Musculatur von innen anheftet. Hierin liegt der Hauptgrund der bei den Arthropoden so ganz besonders engen Beziehungen zwischen äusserer und innerer Organisation.

Bei der Besprechung der äusseren Organisation der Crustaceen wollen wir successive ins Auge fassen: 1. den Stamm des Körpers, 2. die Extremitäten, welche derselbe trägt, und 3. die Kiemen.

A) Der Körperstamm.

Als solchen bezeichnen wir den gesammten Körper ohne seine Anhänge.

Der Stamm besteht aus einer Anzahl aufeinanderfolgender Glieder (Segmente, Metameren, Somiten).

Die aufeinanderfolgenden Glieder sind gelenkig mit einander verbunden, gegen einander beweglich. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die Chitinhülle des Stammes an der Grenze von zwei benachbarten Gliedern dünn und weich bleibt und eine Gelenkhaut bildet.

Aus allgemeinen vergleichend-anatomischen Gründen nimmt man an, dass ursprünglich jedes Stammglied mit Ausnahme des letzten ein Paar Gliedmaassen besass, so dass die Zahl der Gliedmaassenpaare der Zahl der Stammglieder oder Segmente entsprach. — Wir können uns den Crustaceenstamm schematisch als aus einer grossen Anzahl von Segmenten bestehend denken, ähnlich wie bei einem Ringelwurm. Das vorderste Segment oder das Kopfsegment ist durch den Besitz der Augen, des Mundes, des Gehirns und eines Extremitätenpaares ausgezeichnet, welches als Fühlerpaar sich durch besondere, weiter unten zu besprechende Eigenthümlichkeiten vor allen übrigen unter sich gleichartigen Extremitäten auszeichnet. Am hintersten gliedmaassenlosen Segment liegt der After.

Dieses Schema der Gliederung des Stammes des Crustaceenkörpers treffen wir bei keinem bekannten Krebse verwirklicht. Es zeigen sich vielmehr überall, auch bei denjenigen Krebsen, die man für die der Stammform dieser Abtheilung am nächsten stehenden hält, wichtige Abweichungen.

Zunächst constatiren wir bei sämmtlichen Krebsen das Vorhandensein einer äusserlich ungegliederten vordersten Region des Stammes, welche im Gegensatz zu unserem Schema nicht ein, sondern 5 Paare von Gliedmaassen trägt. Gestützt auf analoge, wirklich beobachtete Vorkommnisse bei verschiedenen Krebsgruppen ist man geneigt, anzunehmen, dass diese Region durch Verschmelzung eines Kopfsegmentes mit 4 nächstfolgenden Segmenten entstanden sei.

Die vorderste, ungegliederte, 5 Paare von Gliedmaassen tragende Region des Stammes bezeichnet man als **Kopf**.

Den ganzen übrigen gegliederten Körperstamm bezeichne ich, um die Darstellung zu erleichtern, als **Rumpf**.

Der Rumpf der Entomostraken besteht aus einer sehr wechselnden Anzahl von Segmenten, die in verschiedenen Regionen ein recht verschiedenes Verhalten zeigen können (heteronome Gliederung des Rumpfes). Der Rumpf der Malacostraken besteht überall aus der nämlichen constanten Anzahl von Segmenten,

nämlich fünfzehn. Er zerfällt überall in zwei scharf unterschiedene Regionen mit constanter Segmentzahl, in eine vordere Brustregion, die aus 8 Segmenten besteht, und in eine hintere Abdominalregion (Pleon), welche die letzten 7 Segmente des Rumpfes umfasst.

Der Rumpf der Leptostraken (Nebalia), welche im System eine vermittelnde Stelle zwischen den muthmaasslichen Stammformen der Entomostraken und denjenigen der Malacostraken einnehmen, letzteren jedoch näherstehen, besteht ebenfalls 1) aus der 8-gliedrigen Brust (welche genau der Brust der Malacostraken entspricht) und 2) einem 8-gliedrigen Abdomen.

Es steht der Annahme nichts im Wege, dass die gleichzähligen Rumpfsegmente sich bei allen Krebsen entsprechen, beispielsweise das 2. oder 6. oder 10. Rumpfsegment eines Isopoden dem 2., 6. oder 10. Rumpfsegment eines Phyllopoden.

Da im Allgemeinen sich die Segmente des Körperstammes, ähnlich wie bei den Annulaten, ontogenetisch in der Reihenfolge von vorn nach hinten differenziren, so dass die neuen jüngsten Glieder immer hinten, vor dem Aftersegment, auftreten, welches das Bildungsmaterial für die im Laufe der Entwicklung neu auftretenden Segmente enthält, so steht auch der Annahme nichts im Wege, dass das Aftersegment sich bei allen Crustaceen entspricht, gleichgültig, aus wie viel Segmenten der ganze Stamm besteht.

Abgesehen von der schon erwähnten muthmaasslichen Verschmelzung vorderster primärer Stammsegmente zu dem ungegliederten Kopfe der Krebse, kann die Gliederung des Stammes, und zwar sowohl des ganzen Stammes als einzelner Regionen desselben gestört oder auch völlig aufgehoben werden. Solche Störungen oder Aufhebungen lassen sich in fast allen Fällen auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückführen.

1. Auf das Auftreten einer Schale oder eines Schildes, welcher, als eine von der Rückenseite der hinteren Kopfgegend entspringende Falte oder Duplicatur des Integumentes auftretend, sich in verschiedener Gestalt mehr oder weniger weit über den Stamm, diesen bedeckend oder umhüllend, ausbreiten kann. Ein solcher Schild dient zum grösseren Schutze des Körpers, ausserdem tritt er häufig in nahe Beziehungen zu respiratorischen Funktionen. Da sich bei den verschiedensten Crustaceengruppen und den Larvenformen derselben eine schildartige Hautduplicatur in wesentlich übereinstimmender Weise anlegt, so ist Grund zu der Annahme vorhanden, dass diese eine uralte Eigenthümlichkeit des Crustaceenkörpers darstellt.

Indem der Schild oder die Schale mit dem Integumente aller oder eines Theiles der Rumpfsegmente verwachsen kann, wird die äussere Gliederung des Stammes in grösserer oder geringerer Ausdehnung aufgehoben.

2. Indem vordere Rumpfgliedmaassen als Hilfswerkzeuge bei der Nahrungsaufnahme den am Kopfe zu demselben Zwecke schon bestehenden sich beigesellen, wird eine Verschmelzung der sie tragenden Segmente mit dem Kopfe eingeleitet.

3. Indem die Extremitäten in gewissen Körperregionen ihre verschiedenartigen Funktionen (die fast immer durch Bewegungen der

Gliedmaassen ausgeführt werden) aufgeben und in Folge dessen verkümmern oder ganz verschwinden, geht auch die Selbständigkeit der sie tragenden Segmente mehr oder weniger vollständig verloren, wenn die betreffende Region nicht in anderer Weise eine locomotorische Bedeutung erlangt.

4. Indem der ganze Körper gewisser Crustaceen durch Anpassung an die parasitische Lebensweise die Fähigkeit der activen Locomotion verliert, und indem Hand in Hand damit die Extremitäten verkümmern, wird auch die Gliederung des ganzen Stammes mehr oder weniger vollständig aufgehoben.

Diese erläuternden Bemerkungen vorausgeschickt, will ich die äussere Morphologie des Körperstammes bei den einzelnen Hauptgruppen der Krebse in grossen Zügen schildern.

I. Entomostraca.

Phyllopoda. Am Körperstamme von Branchipus (Fig. 192) erscheint der Rumpf deutlich gegliedert, er zerfällt in eine vordere und eine hintere Region, welche man als Brust und Abdomen bezeichnet hat. Die 11-gliedrige Brust trägt 11 Fusspaare, das vielgliedrige Abdomen ist fusslos und endet mit 2 sogenannten Furcalplatten. Eine Schild- oder Schalenduplicatur fehlt. Der Kopf trägt zwei gestielte, bewegliche Seitenaugen. Bei Apus ist der Stamm zum grössten Theil von einer flachen Schalenduplicatur bedeckt, welche mit den vorderen Brustsegmenten verschmilzt. Der Rumpf besteht aus einer sehr grossen Zahl von Segmenten, von denen die hintersten fusslos sind. Bei den Estheriden ist der Körper ganz von einer zweiklappigen Schalenduplicatur umhüllt, welche auch die Gliedmaassen seitlich bedeckt. Der Rumpf besteht aus zahlreichen Segmenten. Die hintersten gliedmaassenlosen bilden im Gegensatz zu den zahlreichen vordern Brustsegmenten ein kurzes Abdomen. Eine zweiklappige Schale kommt auch den Cladocera zu; auch hier bedeckt sie die Gliedmaassen. Sie lässt aber hier den deutlich abgesetzten Kopf unbedeckt. Am Rumpfe ist die Gliederung aufgehoben. Er trägt 4—6 Beinpaare und endet mit einem ungegliederten gliedmaassenlosen Abdomen.

Ostracoden. Der Körper ist ganz von einer zweiklappigen Schale eingehüllt, in welcher sich auch die Gliedmaassen bergen können. Der ganze Stamm ist ungegliedert. Ausser den 5 Gliedmaassenpaaren des Kopfes trägt er nur noch 2 Fusspaare, so dass der Rumpf ausserordentlich reducirt erscheint.

Copepoden. Eine Schild- oder Schalenduplicatur fehlt hier durchgängig. Was die übrigen sehr verschiedenartigen Verhältnisse des Stammes anbetrifft, so stehen dieselben in innigen Beziehungen zu der Lebenweise der Thiere. Bei den meist frei lebenden Gnathostomata ist der Rumpf deutlich gegliedert (Fig. 195). Man kann an ihm eine gliedmaassentragende, aus fünf Segmenten bestehende Brust-, und eine ebenso viele Segmente zählende fusslose Abdominalregion unterscheiden. Das vorderste Brustsegment ist mit dem Kopfe zu einer unvollständigen Kopfbrust (Cephalothorax) verschmolzen. Das Abdomen endet mit 2 gablig divergirenden borstentragenden Gliedern (Furcalgliedern). Bei gewissen Notodelphydenweibchen tragen die 4 freien beintragenden Rumpfsegmente dorsalwärts je eine unpaare flügelartige Duplicatur.

Bei den Siphonostomata und Argulidae lässt sich entsprechend der mehr oder minder ausgesprochenen parasitischen Lebensweise eine fortschreitende Verwischung der Gliederung des Rumpfes und Reduktion des Abdomens beobachten. Der Stamm zeigt sich bei einigen Schmarotzern aus der zuerst namhaft gemachten Gruppe (Lernaeiden, Lernaeopodiden, Chondracanthiden) in verschiedener, oft recht bizarrer Gestalt, welche keine Krebsähnlichkeit mehr erkennen lässt.

Fig. 205.

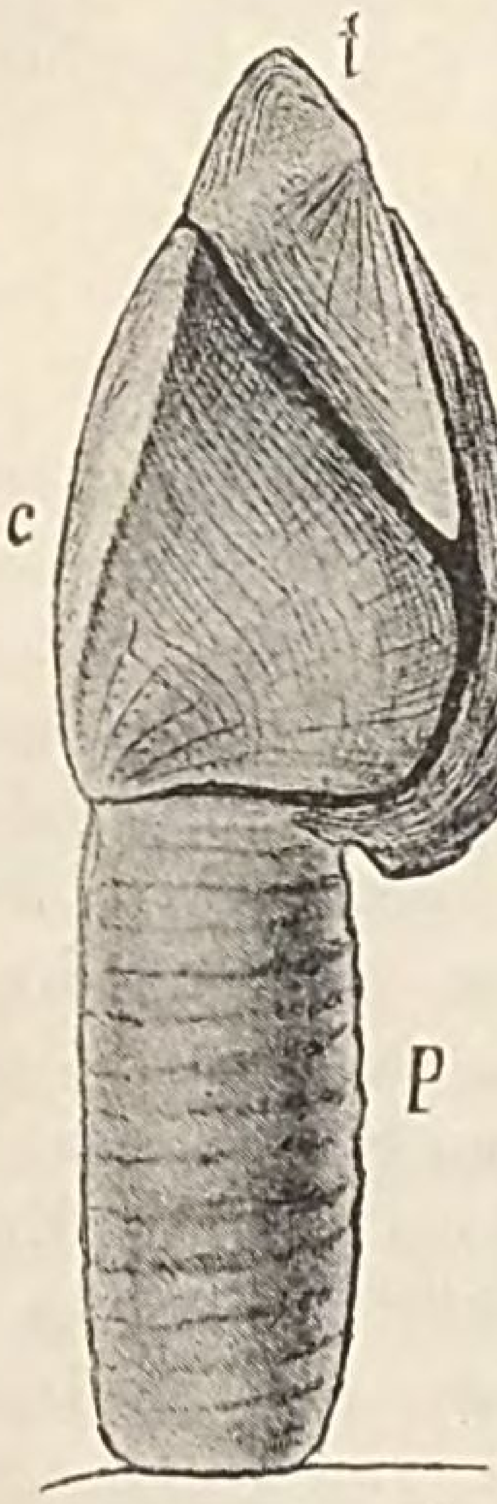


Fig. 206.

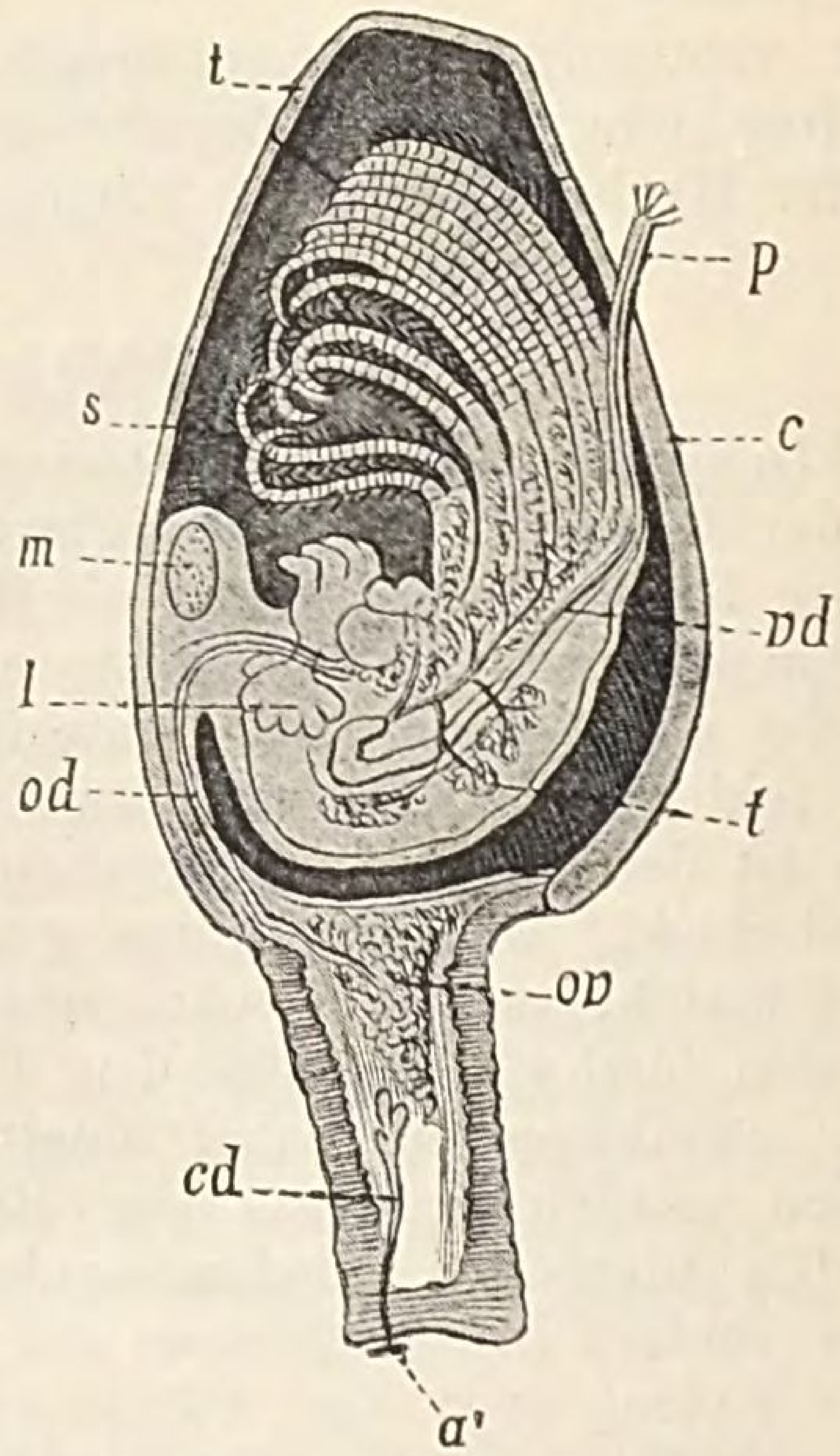


Fig. 205. **Lepas anatifera** (nach DARWIN). Etwas schief von der Carinalseite gesehen. *c* Carina, *t* Tergum, *s* Scutum, *p* Stiel.

Fig. 206. **Organisation von Lepas** (nach CLAUS). Die rechte Hälfte der Schale des Körperintegumentes entfernt. *t* Tergum, *s* Scutum, *c* Carina, *m* Schliessmuskel der Scuta, *l* Leber, *od* Ovidukt, *ov* Ovarium, *cd* Cementdrüse, a^1 vordere (Haft-) Antenne, *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *p* cirrusförmiger Penis.

Cirripedia. Diese sind im erwachsenen Zustande festsitzende oder parasitische Thiere. Die Krebsähnlichkeit im äusseren Habitus hat sich nur bei den frei beweglichen Jugendstadien erhalten, während sie bei den erwachsenen Formen stark beeinträchtigt ist. Betrachten wir zunächst die festsitzenden Lepadiden oder Entenmuscheln (Fig. 205 und 206), so können wir zunächst äusserlich einen festsitzenden Stiel und eine plattgedrückte, an einer Seite spaltförmig geöffnete Schale unterscheiden, welche vom Stiel getragen wird und z. B. bei Lepas aus 5 Kalkplatten besteht. Oeffnen wir die Schale, so finden wir in ihrem Innern den undeutlich gegliederten, lange Rankenfüsse tragenden Körper (Fig 206), der in der Nähe der Insertion des Stieles an der Schale befestigt ist. Die Rankenfüsse sind nach der dem Stiele entgegengesetzten Seite des Leibes gerichtet. Ein genaues Studium der Ontogenie und Anatomie hat nun dargethan, dass diese Theile folgendermaassen zu deuten sind. Der Stiel entspricht dem ausgezogenen Vordertheil des Krebs-

kopfes, der sich festgeheftet hat und der an seinem vordern Ende noch die sehr vereinfachten vorderen Antennen in Gestalt sehr kleiner Haftorgane a_1 trägt. Die Schale ist eine Integumentduplicatur, die von der hinteren Kopfregion entspringt. Sie entspricht der Schale oder dem Schilde so mancher anderer Krebse. In der Chitinhaut dieser Duplicatur entstehen aber bei den Cirripedien durch Verkalkung die verschiedenen Kalkplatten, von denen ich gleich nachher noch sprechen will. Am undeutlich gegliederten in der Schale eingeschlossenen Körper entspricht der dem Stiel zunächst liegende (vordere) Theil der hinteren Kopfregion, während der übrige die langen Rankenfüsse tragende Theil der Brust eines Entomostraken entspricht, an den sich ein kleiner stummelförmiger Theil als reducirtes

Fig. 207.

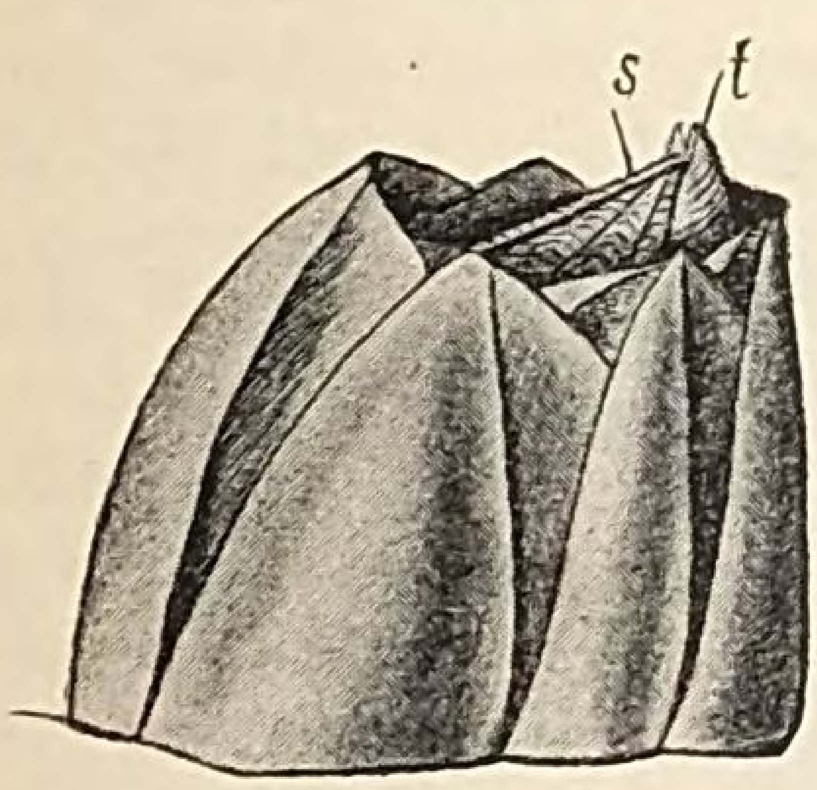


Fig. 207. **Gehäuse von Balanus Hameri,** von der Seite (nach DARWIN). *s* Scutum, *t* Tergum.

Fig. 208.

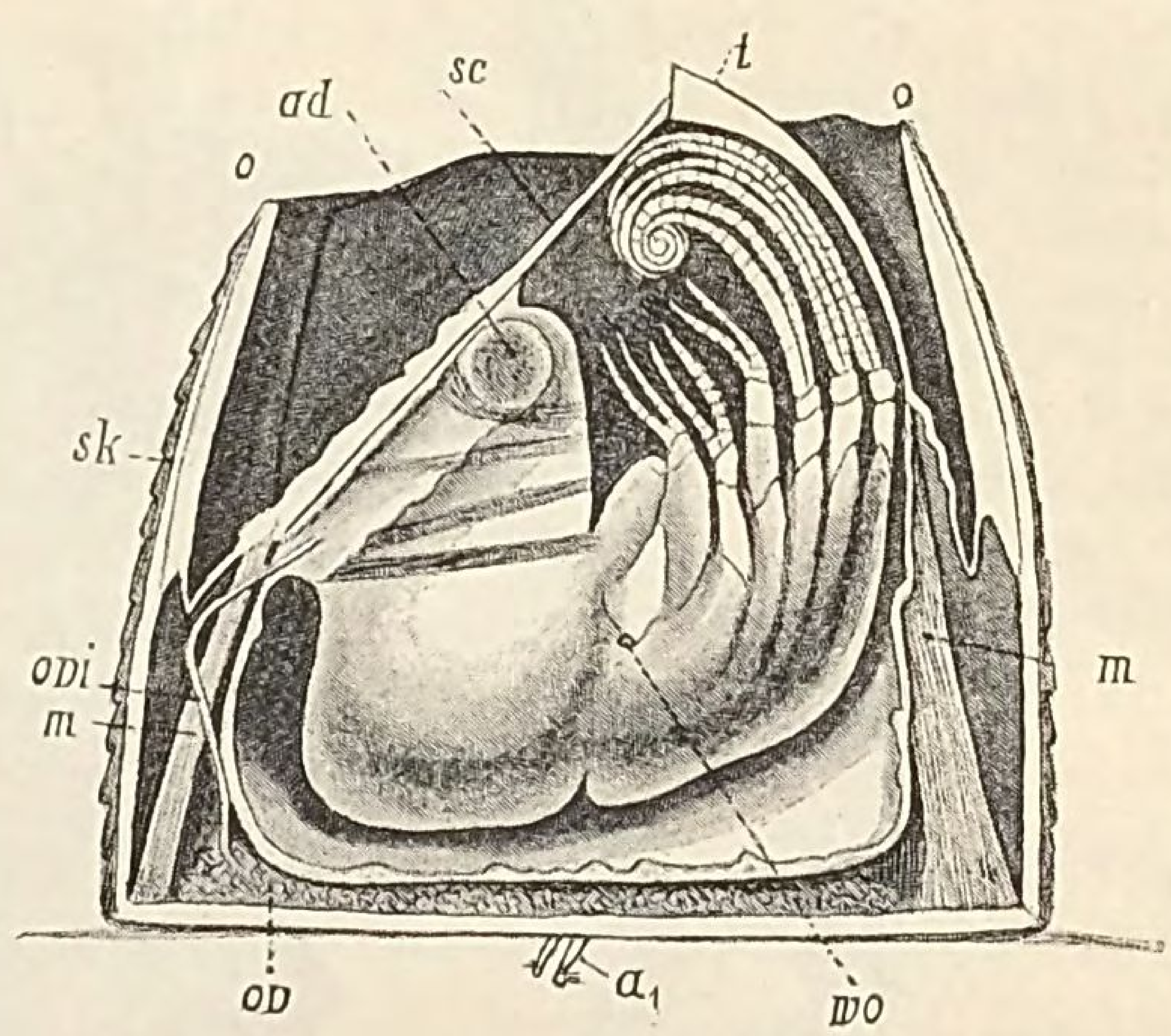


Fig. 208. **Balanus tintinnabulum,** nach Entfernung der rechten Hälfte des Schalenkranzes. *o—o* Ränder der Oeffnung des Schalenkranzes *sk*, *sc* Scutum, *t* Tergum, a_1 vordere (Haft-) Antenne, *ov* Ovarium, *ovi* Ovidukt, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung, *m* Muskeln zur Bewegung der Scuta und Terga, *ad* Musculus adductor scutorum. (Nach DARWIN.)

Abdomen anschliesst. Das Abdomen trägt einen langen Anhang, das männliche Begattungsorgan *p*. Es ist auf der Bauchseite nach vorn umgeschlagen und liegt zwischen den Rankenfüssen. Die Brust besteht aus 6 undeutlich abgegrenzten Segmenten.

Was die Schalenstücke oder Kalkplatten der Integumentduplicatur (des Mantels) anlangt, so finden wir bei Lepas deren 5, eine unpaare und 4 paarige. Das unpaare Stück *c* liegt auf der Rückseite und wird als Carina bezeichnet. Die paarigen *s*, *t* liegen rechts und links, man nennt die vorderen Scuta, die hinteren Terga. Der Mantel- oder Schalenspalt liegt hinten und ventral. Bei anderen Lepadiden können noch accessorische Schalenstücke, sowohl ein unpaares, als paarige hinzukommen..

Im Gegensatz zu den Lepadiden ist bei den Balaniden (Fig. 207 und 208) der festsitzende vordere Kopftheil des Stammes nicht stielartig verlängert. Der Mantel erhält durch Verkalkung mehrere fest verbundene Schalenstücke, welche den Körper wie eine Ringmauer umgeben. Zu dieser Ringmauer bilden die Scuta und Terga eine Art beweglichen Deckels. — Bei den in Schalen von Cirripedien und Mollusken lebenden Abdominalia ist die Zahl der

Brustsegmente reducirt, der Körper in einen flaschenförmigen Mantel eingeschlossen, welcher nicht verkalkt, da die Schale des Wohnthiers an die Stelle der eigenen schützenden Kalkplatten tritt. Eine ähnliche Lebensweise wie die Abdominalia führen die Apoda, welche im Mantel anderer Cirripedien leben. Eine Manteldupplicatur gelangt hier nicht mehr zur Ausbildung. Der 11-ringelige Stamm affectirt die Form einer Fliegenmade und ist der Rankenfüsse verlurstig gegangen. — Den höchsten Grad der Degradation erfährt der Krebskörper bei den parasitisch am Abdomen von Decapoden schmarotzenden Rhizocephalen. Wir haben es hier mit einem ungegliederten, der Gliedmaassen völlig entbehrenden Sack (Fig. 209) zu thun, der

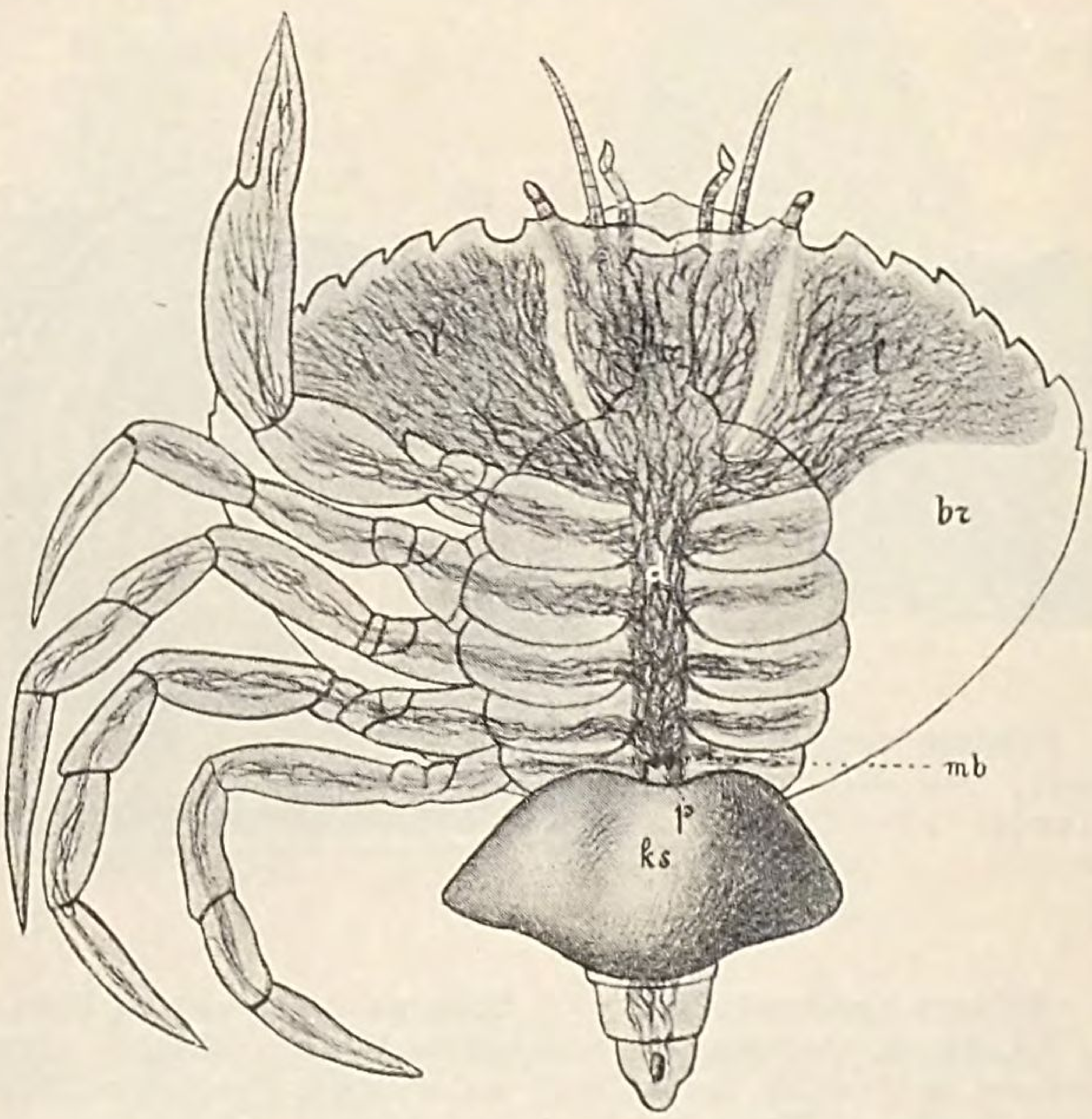


Fig. 209. **Sacculina carcini**, in situ am Wirthe (nach einer etwas schematisch gehaltenen Originalzeichnung des Herrn Prof. Delage in Paris). *br* Kiemengegend, *l* Leberregion, *d* Darmregion des Wirthes (Carcinus), *ks* Körper, *p* Stiel der Sacculina, *mb* Basilarmembran, von der alle Wurzeln ausgehen.

die Eingeweide (Hoden, Eierstock, Cementdrüse, Ganglion) enthält und selbst wieder von einer äusseren Membran sackartig umhüllt wird. Diese äussere Membran, welche die Bruthöhle umhüllt, ist, wie es scheint mit Unrecht, als Mantel betrachtet werden. Eine nach aussen führende Oeffnung derselben wird als Kloake bezeichnet. Der Körper ist vermittelst eines kurzen Haftstieles am Leibe des Wirthes befestigt. Am Haftstiel entspringen lange verästelte Filamente, welche in den Leib des Wirthes eindringen und aus demselben dem Parasiten die Nahrung in ähnlicher Weise zuführen, wie die Wurzel einer Pflanze die Nahrung aus der Erde. Dass die Rhizocephalen, die man auch als besondere Ordnung (Kentrogonida) neben den Cirripedien zu den Entomostraken gestellt hat, Krebse, und zwar den Cirripedien nahe verwandte Krebse sind, können wir nur aus ihrer Ontogenie erfahren. Sie besitzen nämlich denen der Cirripedien ganz

ähnliche freischwimmende und mit Krebsbeinen versehene Jugendformen.

Bei vielen Cirripedien kommen neben den gewöhnlichen hermaphroditischen Individuen noch ganz abweichend gestaltete complementäre Zwergmännchen vor, über die später Einiges gesagt werden soll.

II. Leptostraca.

Diese Abtheilung nimmt in der Gliederung des Stammes (Fig. 197) eine vermittelnde Stelle zwischen Entomostraken (speciell Phyllopoden) und Malacostraken ein. Wie bei letzteren besteht die auf den Kopf folgende Brust aus acht hier sehr kurzen, aber deutlich abgegrenzten gliedmaassentragenden Segmenten. Auf die Brust folgt das wohl entwickelte, kräftige Abdomen, das aus zahlreicheren Segmenten, als das typisch 7-gliedrige Abdomen der Malacostraken, nämlich aus acht Segmenten besteht, auf welche noch 2 sogenannte Furcaläste folgen. Die 6 vorderen Abdominalsegmente tragen Gliedmaassen, die beiden letzten nicht. Es dürften die 6 gliedmaassentragenden Abdominalsegmente den 6 vorderen Abdominalsegmenten der Malacostraken entsprechen. — An der Rückenseite der hinteren Kopfgegend entspringt eine Integumentduplicatur, welche in Form einer zarten zweiklappigen, seitlich comprimirten Schale die Brust und die vorderen 4 Abdominalsegmente einhüllt, ohne mit ihnen zu verschmelzen. Diese Schale bedeckt auch, nach Art der entsprechenden Schale mancher Entomostraken, einen grossen Theil der Gliedmaassen, wie aus der Figur ersichtlich ist. Jederseits trägt der Kopf ein gestieltes Facettenauge.

III. Malacostraca.

Die Gliederung des Körperstammes dieser grossen Abtheilung betreffend, müssen vor allem zwei charakteristische Eigenthümlichkeiten hervorgehoben werden.

Erstens. Abgesehen vom ungegliederten Kopf, der die typische Anzahl (5) von Gliedmaassenpaaren trägt, besteht der Rumpf überall aus 2 Regionen, der Brust und dem Abdomen. Die erstere weist überall und constant 8 Segmente, das letztere 7 Segmente auf. Alle diese Segmente, mit Ausnahme des letzten Abdominalsegmentes, sind typisch mit je einem Gliedmaassenpaar ausgestattet. Häufig bilden die Gliedmaassen des 6. Abdominalsegmentes zusammen mit dem 7. oder Endsegment eine Schwanz- oder Ruderflosse.

Zweitens. Die Segmente der Brust zeigen eine Tendenz, mit dem Kopfe zu verschmelzen. Es sind entweder nur das vorderste oder die vordersten Segmente, welche durch Verschmelzung mit dem Kopf einen unvollständigen Cephalothorax bilden, oder es vereinigen sich alle Brustsegmente unter einander und mit dem Kopf zu einem vollständigen Cephalothorax, der dann nur noch auf der Bauchseite der Brustregion äussere Andeutungen der ursprünglichen Segmentirung erkennen lässt.

Arthrostraca (Amphipoden, Isopoden und Anisopoden). Das vorderste Brustsegment ist mit dem Kopfe verschmolzen. Es bleiben also 7 Brustsegmente frei (Fig. 198). Die Augen sind sitzend (Edriophthalmata). Bei den Amphipoden ist der Stamm seitlich comprimirt. Die Amphipodenabtheilung der Caprelliden (Fig. 199) zeigt manche wichtige Besonderheiten. Es ist nämlich auch das 2. Brustsegment mit dem Kopfe verschmolzen, so dass nur noch 6 freie Thoracalsegmente vorkommen. Das Abdomen ist ver-

kümmert stummelförmig. Der Körperstamm der **Isopoden** ist dorsoventral abgeplattet. Es kommt bei einzelnen Isopoden zu einer Verschmelzung weiterer Brustsegmente mit dem Kopfe. So ist bei den Praniziden (Anceus) sogar noch das 3. Brustsegment in den unvollständigen Cephalothorax einbezogen. Während sonst den Arthrostraken eine Schalenduplicatur (Rückenschild) fehlt, findet sich eine solche bei den Anisopoden, wenn auch in geringer Entwickelung. Bei diesen sind die 2 vordern Brustsegmente mit dem Kopfe verschmolzen. Bei parasitisch lebenden Isopoden kann die Gliederung des Körperstammes undeutlich und verwischt sein und der Stamm selbst asymmetrisch werden.

Thoracostraca. Ueberall ist vom Kopfe aus eine Schalenduplicatur entwickelt, welche als Kopfbrustschild dorsalwärts mit dem Integumente einer geringeren oder grösseren Anzahl von Brustsegmenten verschmilzt, aber, im Gegensatz zu den entsprechenden Hautduplicaturen der Entomostraken und Leptostraken, nur den Stammtheil der Brust, niemals die Extremitäten und das Abdomen bedeckt. Am Kopfe 2 mit Ausnahme der Cumaceen gestielte Facettenaugen. (Podophthalmata.)

I. Cumaceen (Fig. 200). Das Kopfbrustschild bleibt klein, in den Cephalothorax sind die 3 oder 4 vorderen Brustsegmente einbezogen, die 5 oder 4 hinteren bleiben frei und deutlich von einander abgegrenzt. Das Abdomen ist lang und schlank, deutlich gegliedert. Beim Weibchen trägt es keine Füsse; nur das 6. Segment besitzt jederseits einen zweiästigen Griffel. Die beiden Augen (wenn vorhanden) zu einem unpaaren verschmolzen oder einander sehr genähert.

II. Stomatopoden (Fig. 201). Das Kopfbrustschild ist mit den vordersten Brustsegmenten verschmolzen und bedeckt die Brust mit Ausnahme der 3 hintern Brustsegmente, welche frei bleiben. Das breite Abdomen ist sehr kräftig entwickelt, länger als der Cephalothorax. Die kräftig entwickelten lamellösen Füsse des 6. Abdominalsegmentes bilden mit dem fusslosen Endsegment (Telson) eine stattliche Schwanzplatte (Schwimmflosse.)

III. Schizopoda (Fig. 202). Das weichhäutige Kopfbrustschild bedeckt gewöhnlich den ganzen Thorax und verschmilzt auch mit dem Rückenintegument einer wechselnden Anzahl von Brustsegmenten. Immer aber bleiben ein oder mehrere Brustsegmente unverschmolzen. Bei den Mysidaceen sind die 5 letzten, bei den Euphausiaceen nur das letzte Rumpfsegment nicht mit dem Rückenschild verschmolzen. Abdomen langgestreckt, kräftig, endigt mit einer Schwimmflosse.

IV. Decapoden (Fig. 203 und 204). Das kräftige, bisweilen durch Kalkablagerung in seiner Chitinhaut steinharte Kopfbrustschild bedeckt gewöhnlich die ganze Brust und ist auch mit dem dorsalen Integumente der Brustsegmente verschmolzen. So kommt ein vollständiger Cephalothorax zu Stande. Die frei zu Seiten der Brust nach abwärts vorragenden Platten des Kopfbrustschildes bedecken als Kiemendeckel, Branchiostegiten die beiden Athemhöhlen. Form und Dimensionen des Abdomens sind sehr verschieden. Bei den Macruren ist das Abdomen stark entwickelt. Der gesammte Stamm ist bei den guten Schwimmern (z. B. den Garneelen) seitlich comprimirt, während er bei denjenigen Macruren, die gewöhnlich kriechend und nur zeitweise und weniger geschickt schwimmend sich fortbewegen (Astaciden, Palinuriden, Galatheidae, Thalassinidae) dorsoventral mehr oder weniger abgeplattet ist. Das Abdomen endet immer

mit einer kräftigen Schwanzflosse (Endsegment + Füsse des 6. Abdominalsegments). Bei den in leeren Schneckenschalen lebenden Paguriden (Einsiedlerkrebsen) ist das letzte Brustsegment gesondert, nicht mit dem Cephalothorax verschmolzen, das Abdomen, welches in der leeren Schneckenschale steckt, weichhäutig, die Schwanzflosse reducirt, nach vorn umgekrümmt. Die Brachyuren sind dadurch ausgezeichnet, dass das Abdomen zu einer kleinen Platte reducirt ist, welche nach vorn auf die Bauchseite der Kopfbrust umgeschlagen ist, so dass man bei der Betrachtung dieser Krebse von oben nur die Kopfbrust wahrnimmt. Die Abdominalgliedmaassen sind der Zahl und der Gestaltung nach reducirt. Die Schwanzflosse ist vollständig verkümmert.

B) Die Extremitäten.

Nach dem oben entworfenen Schema der Gliederung des Krebskörpers wäre jedes Segment mit Ausnahme des letzten mit einem Paar gegliederter Extremitäten ausgestattet, welche seitlich am Bauche mit dem Körperstamm articuliren. Indem wir nun das Schema mit Hinblick auf die Gliedmaassen vervollständigen, müssen wir das Gliedmaassenpaar des vordersten Segmentes allen übrigen Fusspaaren gegenüberstellen. Die Gliedmaassen des ersten Paares sind nämlich nicht gespalten, sie bestehen aus einer einzigen Reihe aufeinanderfolgender Glieder. Die Gliedmaassen aller übrigen Paare theilen sich in 2 Aeste. Wir bezeichnen sie als Spaltfüsse. An einem solchen Spaltfuss unterscheiden wir 3 Theile, erstens den Schaft oder Stamm (Protopodit), zweitens den Innenast (Endopodit) und drittens den Aussenast (Exopodit). Der Schaft besteht aus 2 Gliedern, von denen das eine proximale mit dem Leibesstamm articulirt, während das zweite distale die beiden Aeste trägt. Die beiden Aeste sind selbst wieder gegliedert, der Innenast ist der Medianebene des Körpers zu-, der Aussenast ist von ihr abgewandt.

Die Gliedmaassen der Krebse erfahren je nach den speciellen Leistungen, die sie übernehmen, die mannigfaltigsten Umgestaltungen, immer aber lassen sie sich auf die schematische Form zurückführen, die 2 Gliedmaassen des ersten Paares auf die ungespaltene Gliedmaasse, alle übrigen auf den Spaltfuss.

Es ist zweckmässig, zunächst die Gliedmaassen der Nauplius-Larve zu betrachten, jener jüngsten Krebslarve, welche bei den Entomostracen allgemein verbreitet ist und auch bei einigen Malacostraken vorkommt. Die aus dem Ei schlüpfende Naupliuslarve, deren Körperstamm ungegliedert ist, besitzt constant 3 Paar Gliedmaassen. Die Gliedmaassen des ersten Paares sind einfache Füsse, die des zweiten und dritten Paares sind Spaltfüsse.

Ueberall werden die Gliedmaassenpaare des Nauplius zu den drei vordersten Gliedmaassenpaaren des erwachsenen Thieres. Das vorderste Gliedmaassenpaar wird zu den vordern Antennen, das zweite zu den hinteren Antennen, das dritte zu den Mandibeln der erwachsenen Thiere. Bei der meist von zahlreichen Häutungen begleiteten Metamorphose des Nauplius in das erwachsene Thier streckt sich der Larvenkörper, und es sprossen hinter den drei Gliedmaassenpaaren des Nauplius am Körperstamm neue Gliedmaassen, und zwar im Allgemeinen in der Richtung von vorn nach hinten. Alle diese sich neu anlegenden Gliedmaassen sind der Anlage nach Spaltfüsse. Bei ihrer Verwandlung in die entsprechenden Glied-

maassen des erwachsenen Thieres behalten sie häufig ihren Charakter als Spaltfüsse bei, häufig aber wird dieser Charakter beim erwachsenen Thier undeutlich oder geht ganz verloren.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wollen wir zu dem Versuche übergehen, die Gliedmaassen durch die ganze Klasse der Krebse hindurch einer vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, die sich natürlich nur auf das Wichtigste beschränken muss. Die Gliedmaassen sind häufig mit Borsten besetzt, deren Form und Anordnung, obschon systematisch äusserst wichtig, hier nicht berücksichtigt werden kann.

In Uebereinstimmung mit unserer Darstellung des Körperstammes werden wir dabei folgenden Weg einschlagen. Wir werden zunächst die Gliedmaassen des Kopfes durch die ganze Klasse der Krebse hindurch vergleichend betrachten, sodann die Gliedmaassen des Rumpfes. Bei der Behandlung dieser letzteren empfiehlt es sich, das Material nach den Hauptgruppen der Crustaceen, als da sind die Entomostraca, Leptostraca und Malacostraca, zu sondern.

I. Die Gliedmaassen des Kopfes.

Der Kopf trägt bei allen Krebsen 5 Paar von Gliedmaassen, welche in der Reihenfolge von vorn nach hinten als vordere Antennen, hintere Antennen, Mandibeln, vordere Maxillen und hintere Maxillen bezeichnet werden. Die vorderen drei Paare entsprechen den drei Beinpaaren des Nauplius.

a) Die vorderen Antennen (Antennulae) (Fig. 210).

Sie liegen vor dem Munde und bestehen typisch aus einer einzigen Gliederreihe. Im Allgemeinen fungiren sie als Tastorgane, sind daneben meist auch Träger der Geruchsorgane und bisweilen der Gehörorgane.

Entomostraca. Bei allen Entomostraca bestehen die Antennulae in typischer Weise aus einer einzigen Reihe von Gliedern. Bei den Phyllopoden (Fig. 210 E) sind die Antennulae klein, tragen zahlreiche Riechfäden und werden als Spür- oder Riechantennen bezeichnet. Kräftig entwickelt, bisweilen

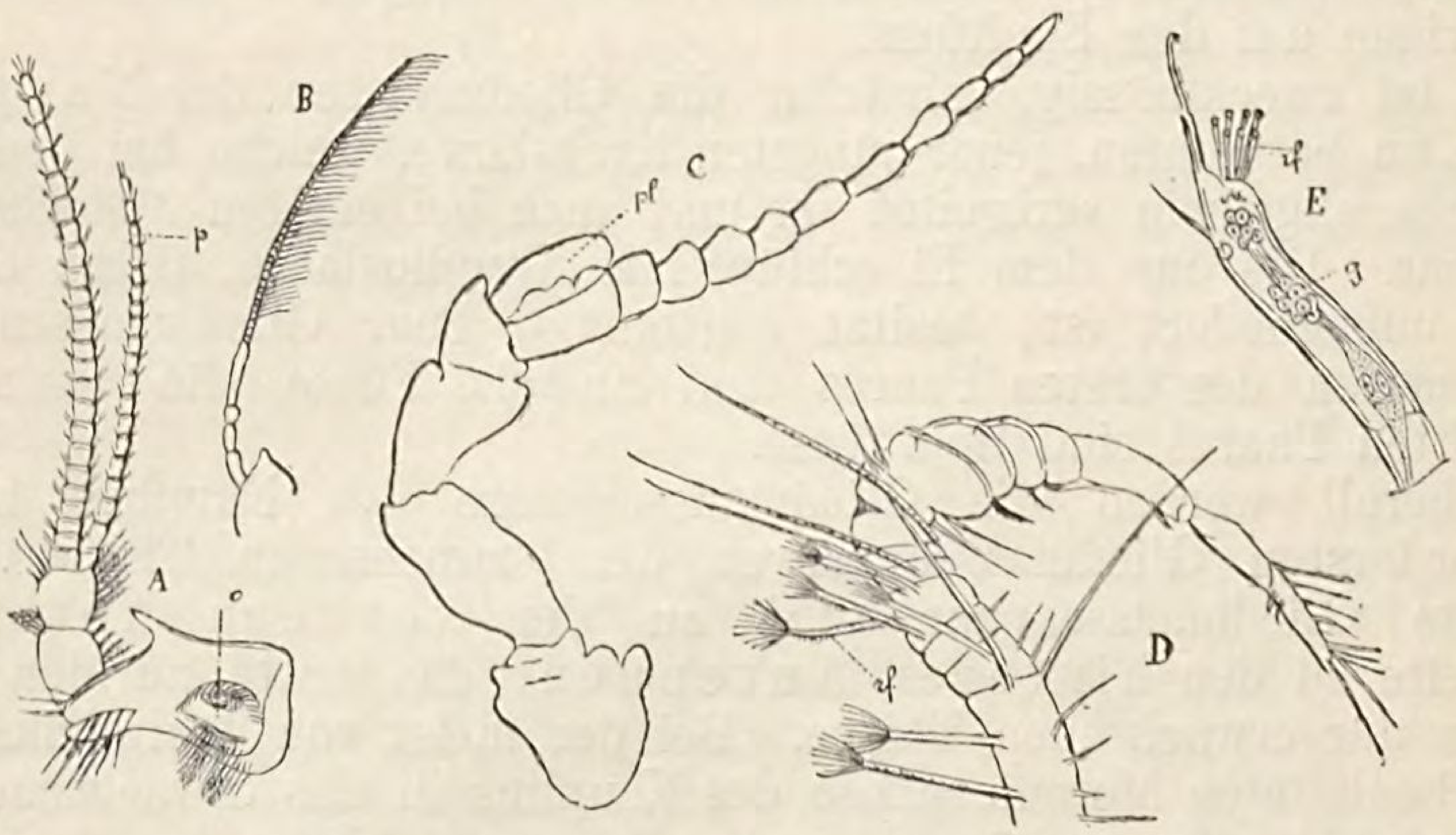


Fig. 210. **Vordere Antenne (Antennula) verschiedener Krebse.** *A* von **Astacus** (nach HUXLEY). *o* Gehörsack. *B* von **Munnopsis typica,** Isopode (nach SARS) ♂. *C* von **Nebalia Geoffroyi** ♂ (nach CLAUS), ohne die Borsten. *pl* Platte. *D* von **Cyclops serrulatus** ♂ (nach CLAUS). *rf* Riechfäden. *E* von **Daphnia pulex** (nach LEYDIG). *rf* Riechfäden, *g* Ganglion.

ebenfalls mit Riechfäden besetzt, aber vornehmlich als Bewegungsorgane (Kriech- und Schwimmbeine) fungirend finden wir sie bei den Ostracoden (Fig. 194). Die vorderen Antennen der Copepoden sind besonders bei den freischwimmenden Formen als Schwimmfüsse kräftig entwickelt und länger als alle übrigen Gliedmaassen (Fig. 195). Sie tragen Riechfäden und dienen beim männlichen Geschlecht als Organe zum Erhaschen und Festhalten der Weibchen bei der Begattung (Fig. 210 D). Bei den parasitischen Formen sind sie gewöhnlich stark verkürzt. Sehr klein und als Gliedmaassen verkümmert sind die vorderen Antennen bei den Cirripedien (Fig. 206 und 208). Die Cementdrüse, deren Sekret zur Befestigung des Körpers an der Unterlage dient, mündet an ihnen aus. Sie fehlen, ebenso wie alle übrigen Gliedmaassen, bei den Rhizocephalen. Bei allen Cirripedien aber, auch bei den Rhizocephalen, sind sie bei den freischwimmenden Jugendformen (dem Nauplius und der sogenannten cyprisähnlichen Larve) wohl entwickelt.

Leptostraca. Bei Nebalia (Fig. 210 C) sind die Antennulae wohl entwickelt. Sie bestehen aus einem viergliederigen Schaft, welcher zwei Geisselanhänge trägt, von denen der eine die Form einer Platte annimmt, der andere schlank, vielgliedrig ist und Riechfäden trägt. Diese beiden Geisselanhänge können nicht etwa als Exo- und Endopodit eines Spaltfusses, welche immer am 2. (distalen) Gliede des Schaftes (Protopodit) entspringen, betrachtet werden. Der Schaft mit der vielgliederigen Geissel entspricht der ungetheilten einreihigen Antenne. Die Platte ist eine Neubildung.

Malacostraca. Auch hier sind die vorderen Antennen gut ausgebildet, mit Riechfäden besetzt. Sie bestehen gewöhnlich aus einem drei- bis viergliedrigen Schaft und 2 Geisseln, von denen die eine (Nebengeissel) einen secundären Nebenast der Antennula darstellt (Fig. 210 A). Bisweilen kommen 2 Nebengeisseln vor, bisweisen fehlt die Nebengeissel (Isopoden) und es zeigt dann die Antennula das für sie typische Verhalten, indem sie eine ungetheilte Extremität darstellt (Fig. 210 B). Im Einzelnen sind die Antennulae der Malacostraca recht verschiedenartig gestaltet; sie bieten mehr oder weniger beträchtliche Verschiedenheiten bei beiden Geschlechtern. Dass die Antennulae im Gegensatz zu allen übrigen zweiästigen oder spaltfüssigen Gliedmaassen auch bei den Malacostraken ursprünglich ungespalten waren, und dass die Nebengeisseln Neubildungen sind, wird vornehmlich durch die Naupliuslarve bewiesen, die bei einigen Malacostraken vorkommt. Bei dieser sind die Gliedmaassen des ersten Paares (die spätern Antennulae) immer ungetheilt, nicht zweiästig.

b) Die hinteren Antennen (Fig. 211).

Sie entsprechen dem 2. Gliedmaassenpaare des Nauplius (seinem ersten Spaltfusspaar) und dienen häufig als Fühler. Typisch bestehen sie aus dem zweigliederigen Schafte (Protopodit), einem Aussenast (Exopodit) und einem Innenaste (Endopodit). So finden wir die hinteren Antennen bei vielen Entomostraken.

Entomostraca. Unter den Phyllopoden treten die hinteren Antennen bei den Cladoceren als kräftige 2-ästige Ruderantennen auf (Fig. 193). Bei Apus sind sie verkümmert, bei Branchipus zu Greifzangen umgewandelt. Unter den Ostracoden sind die hinteren Antennen bei den Halocypriden und Cypriniden zweiästige Schwimmfüsse. Der Exopodit ist jedoch ziemlich verkümmert, beim Männchen mit Greifhacken besetzt. Bei den Cyprididen und Cytheriden aber sind sie durch Ausfall des

Exopoditen einfach (d. h. nicht gabelästig), beinartig. Die hinteren Antennen sind bei den meisten Copepoden Klammerorgane. Bei einigen freilebenden Formen sind sie typisch zweiästig (Fig. 211 D), bei andern einfach, mehrgliedrig (Fig. 211 C). Bei den parasitischen Copepoden aber erscheinen sie zu kurzen, einfachen Klammerhaken rückgebildet (Fig. 211 E). Den Cirripedien fehlen die hinteren Antennen im erwachsenen Zustande stets.

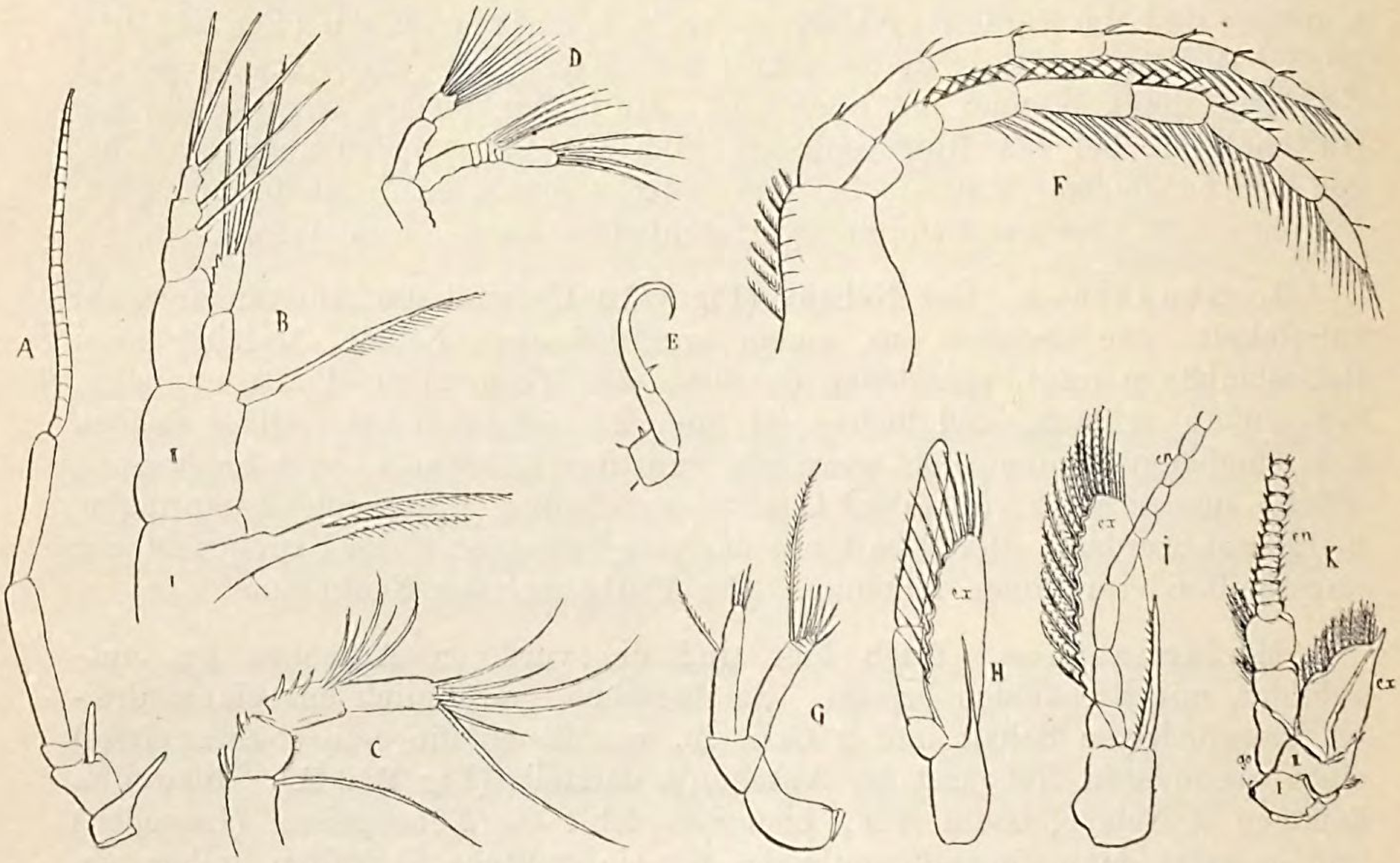


Fig. 211. **Zweite oder hintere Antenne verschiedener Krebse.** *A* **Iolanthe acanthonotus**, Isopode (nach BEDDARD). *B* **Eulimnadia texana**, Larve (nach PACKARD). *C* **Cyclops signatus** (nach ULJANIN). *D* **Pseudocalanus elongatus** (nach BRADY). *E* **Trebius caudatus**, parasitischer Copepode (nach KROYER). *F* **Eulimnadia Agassizii**, adult. Phyllopode (nach PACKARD). *G—I* **Euphausia pellucida** (nach SARS). *G* Letztes Furciliastadium; *H* erstes Cyrtopiastadium; *I* junge Euphausia. *K* **Astacus fluviatilis** (nach HUXLEY). *go* Mündung der grünen Drüse (Antennendrüse), *ex* Exopodit (Squama), *en* Endopodit mit Geissel, *I* proximales, *II* distales Glied des Protopoditen.

Leptostraca. Nebalia (Fig. 197). Der Exopodit fehlt. Die hinteren Antennen bestehen aus einem dreigliedrigen Schaft und einer vielgliedrigen Geissel, welche beim Männchen ausserordentlich lang ist.

Malacostraca. Sehr verbreitet ist in dieser Abtheilung folgender Bau der hintern Antennen. Eine solche Antenne besteht aus einem gewöhnlich fünfgliedrigen Schaft und einer vielgliedrigen (geringelten) dünnen Geissel. Das 2. Glied des Schaftes trägt eine sogenannte Schuppe (Squama). Dieser Bau der hinteren Antennen ist folgendermaassen zu deuten. Die 2 ersten Glieder des Schaftes entsprechen dem Protopoditen, die 3 übrigen Glieder zusammen mit der Geissel dem Endopoditen, die Schuppe dem Exopoditen eines typischen Spaltfusses. Dies geht unzweifelhaft aus der Entwickelungsgeschichte einiger Malacostraken hervor, bei deren Larven (Nauplius, Protozoëa) die 2. Antennen den typischen Bau von Spaltfüssen (Fig. 211 G) zeigen und der (oft noch gegliederte) Exopodit zu der Schuppe

der Antenne des erwachsenen Thieres sich umwandelt. Die 3 distalen Glieder des Schaftes sind also nur die vergrösserten 3 proximalen Glieder des Endopoditen.

Arthrostraca. Amphipoda. Die Squama (Exopodit) fehlt. Bei Hyperidenweibchen die ganzen Antennen rudimentär. Isopoda. Squama fehlt. Bei Bopyriden und Entonisciden die ganzen Antennen rudimentär. Anisopoda. Squama bei Apseudes vorhanden.

Thoracostraca. Cumacea. Antennen ohne Squama, beim Männchen mit ausserordentlich langer Geissel, beim Weibchen rudimentär. Stomatopoda. Antennen mit grosser Squama. Schizopoda. Antennen mit wohl entwickelter Squama (Fig. 211 G—I). Decapoden. Die hinteren (äusseren) Antennen mit Ausnahme der Brachyuren mit Squama (Fig. 211 K).

Es zeigt sich bei den Krebsen eine constante Beziehung der sowohl bei Entomostraken als Malacostraken beobachteten Antennendrüsen zu den 2. Antennen. Sie münden nämlich stets am Basalgliede ihres Protopoditen aus.

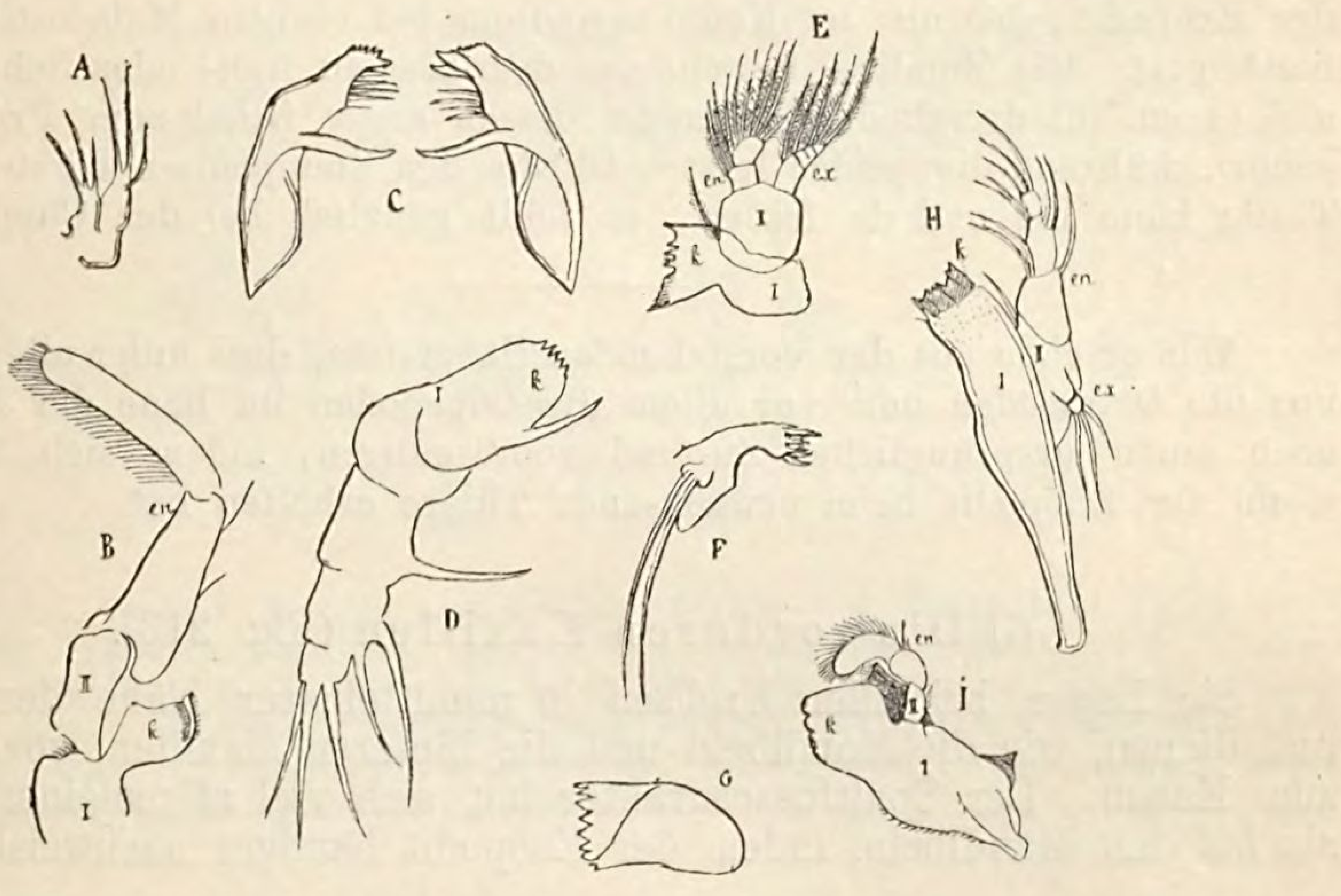


Fig. 212. **Mandibel verschiedener Krebse.** *A* **Lucifer,** Nauplius (nach BROOKS). *B* **Nebalia** ♀ (nach CLAUS). *C* **Campylaspis nodulosa,** Cumacee (nach SARS). *D* 0,8 mm Larve von **Branchipus** (nach CLAUS). *E* **Notodelphys Allmannii** (nach THORELL). *F* **Cyclops tenuicornis** (nach CLAUS). *G* **Apus lucasanus** (nach PACKARD). *H* **Xestoleberis aurantia,** Cytheride, Ostracode (nach DAHL). *I* **Astacus fluviatilis** (nach HUXLEY). *I* proximales, *II* distales Glied des Protopoditen, *ex* Exopodit, *en* Endopodit (Taster), *k* Kaustück, Kaulade.

c) Die Mandibeln (Fig. 212).

Die Mandibeln entsprechen dem 3. Extremitätenpaare (dem 2. Spaltfusspaare) des Nauplius. Sie liegen vorn zu Seiten des Mundes und dienen als Kauwerkzeuge. Sie sind ursprünglich typische Spaltfüsse, die aber durch Uebernahme der Kauthätigkeit in mannigfacher Weise umgestaltet erscheinen. Immer ist es das Basalglied des Protopoditen, welches als das dem Munde zunächst liegende Glied sich zu einem mannigfaltig gestalteten, harten, an der dem Munde zugekehrten Seite häufig bezahnten Kautheil (corpus mandibulare) umbildet, während

alle anderen Theile der Gliedmaasse dem Kautheil gegenüber mehr oder weniger zurücktreten oder ganz verkümmern.

Entomostraca. Bei den Phyllopoden (Fig. 212 G) ist die Mandibel schon ganz auf den verhornten Kautheil reducirt. Die Mandibeln der Ostracoden (H) haben die typische Form vollständiger erhalten. Auf das kräftig entwickelte Kauglied folgt ein gegliederter „Taster", dessen erstes Glied (welches dem distalen Glied des Protopoditen entspricht) eine kleine Fächerplatte tragen kann. Diese repräsentirt den Exopoditen, während der Taster, mit Ausnahme seines ersten Gliedes, den Endopoditen darstellt. Die Mandibeln sind bei den freilebenden Copepoden (E, F) bezahnte Kauwerkzeuge und tragen einen Taster. Das erste Glied des Tasters (2. Glied des Protopoditen) kann einen gegliederten Exopoditen tragen. Bei den parasitischen Formen sind die Mandibeln zu stiletförmigen Stechorganen umgebildet. Unter den Cirripedien fehlen die Mandibeln bei den Rhizocephalen, bei den übrigen Gruppen sind sie als tasterlose Kautheile ausgebildet.

Leptostraken (B) und Malacostraken (A, C, I). Ueberall fehlt der Exopodit, der nur im Naupliusstadium bei einigen Malacostraken vorhanden ist. Die Mandibel besteht aus dem basalen Kau- oder Schneideglied und einem oft dreigliedrigen Taster, dessen erstes Glied zum Protopoditen gehört, während die beiden letzten Glieder den Endopoditen darstellen. Der Taster kann hie und da fehlen, er fehlt gänzlich bei den Cumaceen (C).

Wir ersehen aus der vorstehenden Uebersicht, dass unter allen Krebsen nur die Ostracoden und vor allem die Copepoden im Baue der Mandibeln noch einen ursprünglichen Zustand repräsentiren, indem sich bei ihnen allein der Exopodit beim erwachsenen Thiere erhalten hat.

d) Die vorderen Maxillen (Fig. 213).

Sie liegen bei allen Krebsen in unmittelbarer Nähe des Mundes und dienen, wie die Mandibeln und die hinteren Maxillen, vorzugsweise zum Kauen. Der Spaltfusscharakter hat sich viel allgemeiner erhalten als bei den Mandibeln, indem der Exopodit häufiger nachweisbar ist.

Entomostraca. Phyllopoda (D). Die vordern Maxillen sind zu einfachen ungegliederten Kauladen reducirt, ohne Taster. Auch bei den Ostracoden (B, C) ist die Kaulade der Haupttheil, es findet sich aber noch ein Taster und bei Cypriden und Cytheriden ein Exopodit in Form einer fächerförmigen Platte, welche durch ihre Schwingungen bei der Bewegung der Maxillen die Athmung befördert. Die Vordermaxillen der freilebenden Copepoden (A) besitzen Kauladen, Taster und bisweilen noch einen Exopoditen in Form eines fächerförmigen Anhanges; bei den parasitischen Formen hingegen sind sie stark verkümmert. Die Vordermaxillen der Cirripedien sind einfache tasterlose Kauladen, sie fehlen bei den Rhizocephalen.

Leptostraca. Die vorderen Maxillen von Nebalia (H) sind mit zwei Kauladen (Laciniae) versehen und tragen einen langen, gegliederten, peitschenförmigen Anhang, der als Endopodit betrachtet wird. (Er ist, wenigstens beim Weibchen, nach rückwärts und dorsalwärts gebogen und dient als Putzfuss der Innenseite der Schalenduplicatur.)

Malacostraca (E, F, G). Die Maxillen sind plattgedrückt. Ein Exopodit fehlt häufig. Das Distalglied des Protopoditen trägt eine Kaulade (Lacinia interna), ebenso das Basalglied des Endopoditen (Lacinia externa). Der ein- oder zweigliedrige Rest des Endopoditen wird als Taster (Palpus) bezeichnet.

Die Zurückführung der vorderen Maxillen der Malacostraken auf einen Spaltfuss wird ontogenetisch und vergleichend-anatomisch in folgender Weise gerechtfertigt. Bei denjenigen Malacostraken, welche ein freies Nauplius- und Protozoëastadium durchlaufen, erweisen sich die Maxillen noch deutlich als modificirte Beine: sie bestehen aus dem Protopoditen mit Kaulade am

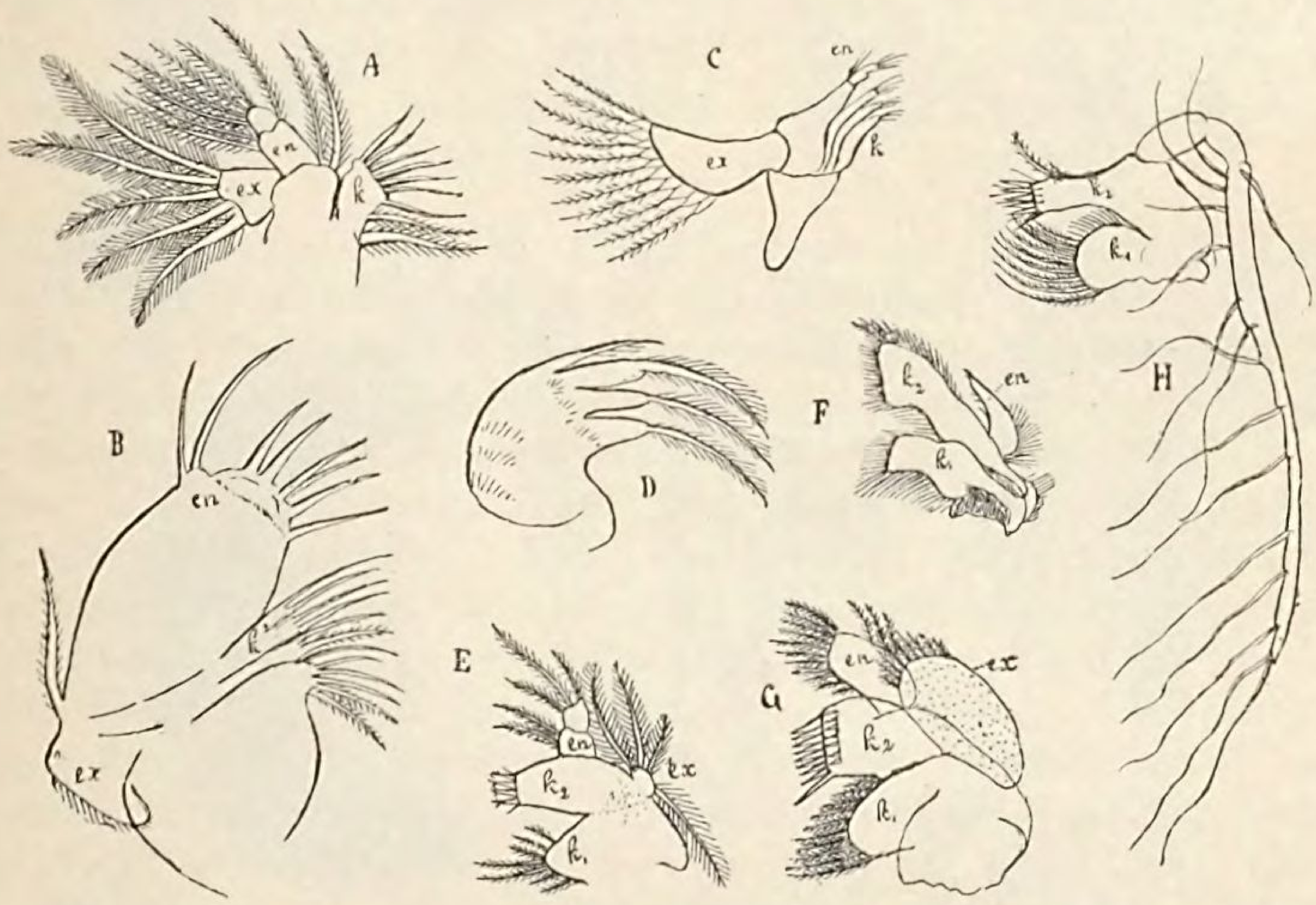


Fig. 213. **Vordere Maxille verschiedener Krebse.** *A* **Notodelphys agilis** (nach Brady). *B* **Cypridina stellifera** (nach Claus). *C* **Cythere viridis** (nach Zenker). *D* **Daphnia similis** (nach Claus). *E* **Euphausia pellucida**, letztes Calyptopsisstadium (nach G. O. Sars). *F* **Astacus fluviatilis** (nach Huxley). *G* **Euphausia pellucida**, adult (nach G. O. Sars.) *H* **Paranebalia longipes** (nach G. O. Sars). *ex* Exopodit, *en* Endopodit, *k* Kaulade, *ki* innere Kaulade, k_2 äussere Kaulade.

distalen Glied, einem zwei- bis mehrgliedrigen Endopoditen mit Kaulade am basalen Glied und einem Exopoditen in Form einer Fächerplatte. Der Exopodit erhält sich als schwingende Fächerplatte bei den meisten Mysideen (Euphausia, Thysanopus, Mysis) und in sehr reducirter Form auch bei manchen Decapoden.

e) Die hinteren Maxillen (Fig. 214).

Die hinteren Maxillen sind im Allgemeinen nach dem Typus der vorderen gebaut und dienen wie diese zum Kauen. Doch tragen sie den Charakter von Spaltfüssen häufig noch etwas mehr zur Schau als die vorderen. Bei den Malacostraken z. B. hat sich der Exopodit fast überall als schwingende Fächerplatte erhalten.

Entomostraca. Phyllopoda. Die hinteren Maxillen sind ebenso wie die vorderen auf einfache Kauladen reducirt. Bei den Cladoceren sind sie sogar nur noch im Embryo nachweisbar.

Die hinteren Maxillen zeigen bei den Ostracoden (F, I) ein recht verschiedenartiges Verhalten. Bald fungiren sie fast ausschliesslich als Kauorgane, bald sind sie daneben noch Locomotionsorgane, bald sind sie letzteres ausschliesslich. Im ersten Falle ist die Kaulade wohl entwickelt, der Endo-

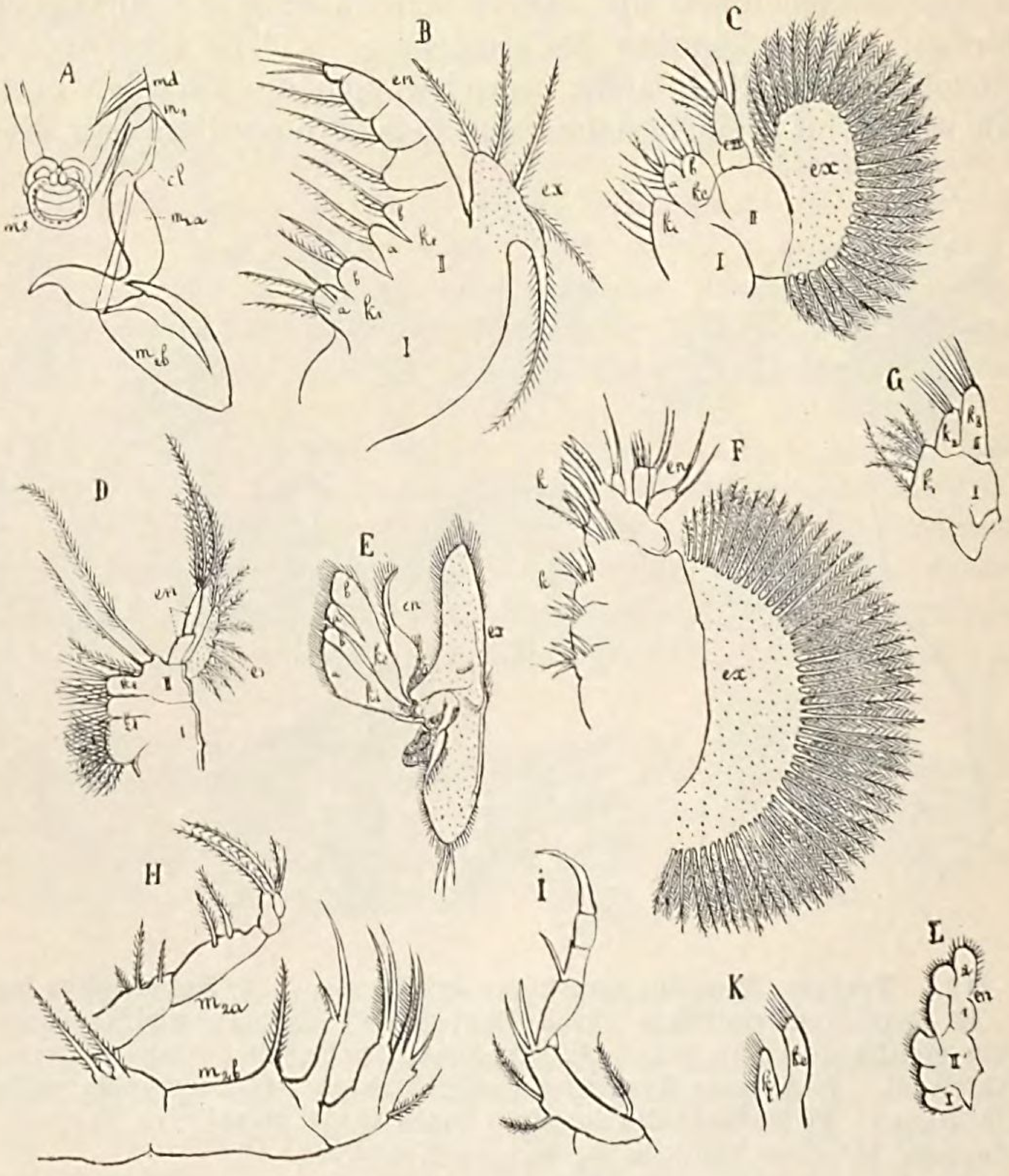


Fig. 214. **Zweite oder hintere Maxille verschiedener Krebse.** *A* **Lernaea branchialis** ♂ (nach Claus). *ms* Mundsaum, *md* Mandibel, m_1 vordere Maxille, *cl* Chitinleiste, m_2a, m_2b vorderer und hinterer Maxillarfuss. *B* **Penaeidenlarve (Acetes?)** (nach Claus). *C* **Eucopia australis** (nach G. O. Sars). *D* **Paranebalia longipes** (nach G. O. Sars). *E* **Astacus fluviatilis** (nach Huxley). *F* **Cypridina messinensis** (nach Claus). *G* **Cirolana spinipes** (nach Schioedte). *H* **Cyclops coronatus.** m_2a innerer, m_2b äusserer Maxillarfuss (Endo- und Exopodit der 2. Maxille). *I* **Limnocythere incisa**, Vorderbein (nach Dahl). *K* **Lysianassa umbo** (nach Goes). *L* **Lysiosquilla maculata** (nach Brooks). *I* proximales, *II* distales Glied des Protopoditen, *ki* lacinia interna, *ke* lacinia externa, *a*, *b* Spalttheile derselben, *en* Endopodit (Palpus, Taster), *ex* Exopodit (Fächerplatte). Bei *G*: k_1 Lacinia interna, k_2, k_3 gespaltene Lacinia externa, *k* Kaulade (Lacinia). In *L*: 1 und 2 Glieder des Endopoditen.

podit (Taster) klein, 2-gliedrig, der Exopodit (Fächerplatte) entweder rudimentär (Cypris) oder sehr stark entwickelt (Cypridina). Im zweiten Falle wird der Endopodit länger, mehrgliedrig. Im 3. Falle ist die Maxille beinartig gestaltet und die Fächerplatte ist in Wegfall gekommen. Sehr interessant ist das Verhalten der hinteren Maxillen bei den Copepoden (A, H). Endopodit und Exopodit haben sich hier als meist gegliederte Anhänge

erhalten. Anstatt dass sie aber einem Protopoditen aufsitzen, inseriren sie direkt am Körperstamme, so dass man versucht sein könnte, sie als besondere Gliedmaassen zu betrachten. Man hat sie auch als vordere und hintere Maxillarfüsse bezeichnet. Bei den parasitischen Copepoden dienen sie als Klammerorgane, indem sie mit Klammerhacken enden. Bei den Arguliden (Fig. 196, pag. 295) ist jeder der beiden vorderen Kieferfüsse zu einer grossen Haftscheibe umgewandelt. Die hinteren Maxillen der Cirripedien sind klein, stark verkümmert und mit einander zu einer Art Unterlippe verschmolzen. Sie fehlen bei den Rhizocephalen.

Leptostraca (D). Die 2. Maxillen von Nebalia sind Spaltfüsse mit Protopodit, Endopodit und Exopodit. Der Protopodit trägt 3 lappenförmige Kauladen. Der Endopodit ist 2-gliedrig. Der Exopodit ist ungegliedert, schmal und bildet einen Uebergang von einem gegliederten Aste zu einer breiten und flachen Fächerplatte.

Malacostraca (B, E, G, K, L). Mehr als die vorderen Maxillen stellen sich die hinteren Maxillen als umgewandelte Spaltfüsse dar, indem sich neben dem Proto- und Endopoditen meist noch der Exopodit als sogenannte Fächerplatte erhalten hat (mit Ausnahme der Arthrostraca). Der Protopodit trägt gewöhnlich 2 Kauladen (laciniae), eine am proximalen und eine am distalen Glied. Bisweilen ist die untere, häufig sind beide Kauladen zweigetheilt. Arthrostraca. Hier sind die hinteren Maxillen sehr vereinfacht, am meisten bei den Amphipoden (K), wo Exo- und Endopodit fehlen und beide Kauladen des Protopoditen einfach sind. Bei den Isopoden ist die Lacinia des distalen Protopoditgliedes gespalten, Exo- und Endopodit fehlen. Bei den Land-Isopoden und den parasitischen Formen ist auch der Protopodit mit den Kauladen mehr oder weniger stark zurückgebildet. Thoracostraca. Bei den Schizopoden (C) zeigen die hinteren Maxillen das oben als für die Malacostraca im allgemeinen charakteristisch beschriebene Verhalten. Beide Kauladen sind gespalten (Thysanopus, Euphausia) oder die proximale bleibt ungespalten (Mysis, Lophogaster, Siriella Eucopia). Bei den Cumaceen fehlt der Endopodit (Palpus) und der Exopodit ist klein. Bei den Stomatopoden fehlt ein Exopodit, dagegen entwickeln sich fächerartige Lappen am 2-gliedrigen Endopoditen. Die proximale Kaulade ist ungespalten, die distale zweigetheilt. Bei den Decapoden (B, E) ist sowohl die proximale als die distale Kaulade zweigetheilt, der Endopodit (Palpus oder Taster) klein, ungegliedert (nur bei Larven zwei- oder mehrgliedrig), der Exopodit in Form einer Fächerplatte wohl entwickelt, mit einem nach hinten gerichteten halbmondförmigen Fortsatz, welcher die Wasserströmung im Kiemenraum regulirt.

f) Die Paragnathen.

Beiläufig mögen hier eigenthümliche Vorsprünge erwähnt werden, welche sich bei den Thoracostraken und einigen Entomostraken (Ostracoden und Copepoden) in der Region zwischen Mandibeln und Maxillen selbständig auf dem ventralen Integumente des Kopfes erheben und als Paragnathen bezeichnet werden. Sie können nicht als besondere reducirte Gliedmaassen betrachtet werden, da sie nie von einem besonderen Ganglion innervirt werden. Vielleicht stellen sie die selbständig gewordenen proximalen Kauladen der vorderen Maxillen dar. Bei

Apseudes (einer Scheerenassel aus der Ordnung der Anisopoden) grenzt sich von ihnen ein ladenähnliches Stück ab.

II. Die Gliedmaassen des Rumpfes.

Die Gliedmaassen des Rumpfes sind auf Spaltfüsse zurückzuführen. Die Zahl der Rumpfgliedmaassen ist bei den Entomostraken wechselnd, bei den Malacostraken constant. Bei letzteren unterscheiden wir entsprechend der Gliederung des Rumpfes constant 8 Paar Brustfüsse und 6 Paar Abdominalfüsse oder Pleopoden.

Es liegt der Annahme nichts im Wege, dass die Rumpfgliedmaassen der Entomostraken „ihrer Reihenfolge nach" den Rumpfgliedmaassen der Malacostraken entsprechen.

a) Entomostraca (Fig. 216).

Phyllopoden. Die Branchiopoden und Cladoceren müssen gesondert besprochen werden. Branchiopoda (Fig. 215, Fig. 216 C). Die zahlreichen (10—36) Extremitätenpaare des Rumpfes sind ziemlich gleichartig gestaltet. Eine wechselnde Anzahl hinterer Rumpfsegmente (Abdomen) ist gliedmaassenlos. Sämmtliche Rumpfgliedmaassen sind blattförmige Schwimmfüsse mit Kiemenanhängen. Sie dienen auch zum Herbeistrudeln der Nahrung. Ihr Bau ist im Wesentlichen folgender. Ein ungegliederter oder undeutlich gegliederter Stammtheil trägt auf der (der Medianebene des

Fig. 215.

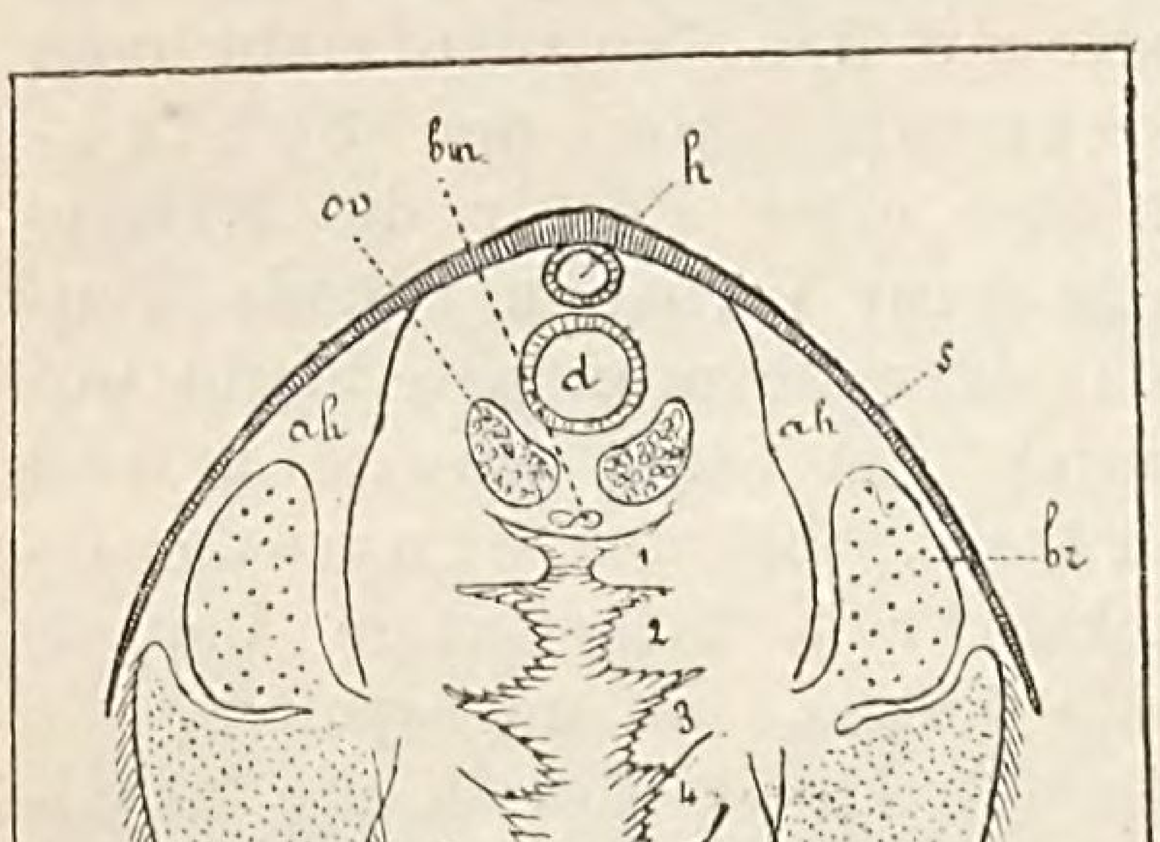


Fig. 215. **Apus,** Querschnitt in der Gegend des 7. oder 8. Fusspaares. *h* Herz, *d* Darm, *ov* Ovarien, *bm* Bauchmark, *ah* Athemhöhle zwischen Schale *s* und Körperstamm, 1—6 Enditen, *br* Kieme, *ex* Athemplatte (nach PACKARD).

Fig. 216.

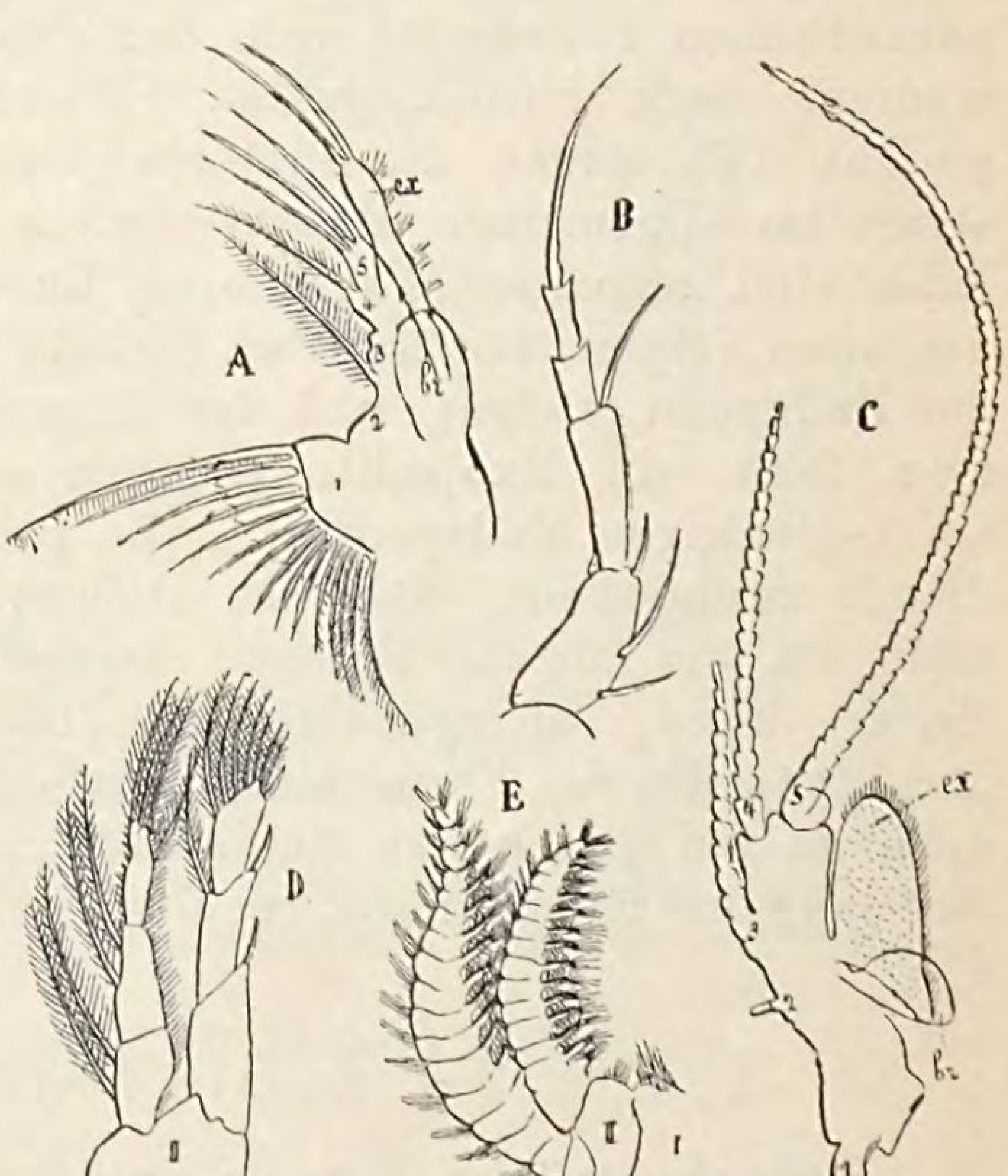


Fig. 216. **Rumpffüsse von Entomostraken.** *A* **Daphnia similis,** ♀ 2. Bein (nach CLAUS). *B* **Limnocythere incisa,** letztes (3.) Bein, d. h. 2. Rumpfbein (nach DAHL). *C* **Apus longicaudatus** ♂, 1. Fuss (nach PACKARD). *D* **Notodelphyden. Doropygus porcicauda** ♀, Schwimmfuss des 4. Paares (nach BRADY). *E* **Balanus perforatus,** 2. Cirrus (nach DARWIN). 1, 2, 3, 4, 5 Enditen, *ex* Athemplatte resp. Exopodit, *br* Kieme, *I* und *II* Glieder des Protopoditen.

Körpers zugekehrten) Innenseite 6 Anhänge oder Lappen (Enditen), auf der Aussenseite eine flache Athemplatte und einen beutel- oder sackförmigen Kiemenanhang (Epipodit). Es ist zur Zeit noch nicht möglich, alle diese Theile ohne Zwang auf die typischen Bestandtheile eines Spaltfusses zurückzuführen. Ziemlich allgemein hält man die Athemplatte für einen Exopoditen. Bei den Limnadiadae (Limnetis, Estheria, Limnadia) finden sich 10 bis 27 Paare von Schwimmfüssen. Die Athemplatte ist zweigetheilt. Die Apodiden (Apus) besitzen gewöhnlich 36 Paar Schwimmfüsse. Die Enditen sind gegliedert, werden als Geisselanhänge bezeichnet; am 1. Schwimmfusspaar sind sie sehr lang, besonders der 5. Das 11. Fusspaar trägt eine zur Aufnahme der Eier dienende Brutkapsel, welche durch einen schalenförmig vertieften Theil des Stammes und die auf ihm liegende schalenförmige Athemplatte gebildet wird. Von den hinter dem 11. Rumpfsegmente liegenden fusstragenden Segmenten trägt jedes mehrere (bis 6) Schwimmfusspaare, ein Verhalten, das noch nicht hinreichend aufgeklärt ist. Die Branchipoden (Branchipus) besitzen gewöhnlich 11 Paar Schwimmfüsse.

Die Cladoceren (Fig. 216 A) sind gegenüber den Branchiopoden durch die geringe Anzahl (4—6) Rumpfgliedmaassen ausgezeichnet. Was die specielle Gestaltung dieser Rumpffüsse anbetrifft, so erinnern sie bei einigen Gattungen noch an die Schwimmfüsse der Branchiopoden und tragen Kiemenanhänge, so vornehmlich bei Sida und dann bei Daphnia. Doch können die vordersten Rumpffüsse schlanker, beinartiger, und schliesslich unter Rückbildung des Kiemenanhangs und der Athemplatten zu gestreckten Greiffüssen werden (Polyphemien, Leptodordiden).

Ostracoda. Die Reduction in der Zahl der Rumpfgliedmaassen geht hier noch weiter als bei den Cladoceren. Wir finden nur zwei Paar Rumpffüsse. Sie sind (Fig. 216 B) gestreckte, vielgliedrige Beine ohne Kiemenanhänge und ohne Exopoditen. Das vordere Paar dient als Kriech- oder Klammerfuss, das hintere als Putzfuss. Letzteres inserirt sich bei Cypridina ganz dorsalwärts am Rumpfe und stellt hier einen langen, vielgliedrigen Anhang dar (vergl. Fig. 194, pag. 293). Die Funktionen der Locomotion werden z. Th. durch Gliedmaassen des Kopfes übernommen.

Copepoda (Fig. 195 u. 196, pag. 294 u. 295; Fig. 216 D). Die Rumpffüsse sind auf den vorderen Theil des Rumpfes beschränkt, den man als Thorax dem fusslosen Abdomen gegenüberstellt. Sie finden sich zu 4 oder 5 Paaren. Das vorderste Paar inserirt sich an dem mit dem Kopfe verschmolzenen ersten Brustsegment und ist meist etwas anders gestaltet als die übrigen Paare. Die Brustfüsse vermitteln als Ruderbeine die Schwimmbewegung der Copepoden. Sie tragen, im Gegensatz zu den Phyllopoden, in sehr schöner, typischer Weise den Charakter von Spaltfüssen zur Schau, indem sie aus einem zweigliedrigen Protopoditen, einem Exo- und einem Endopoditen bestehen. Exo- und Endopodit sind gewöhnlich dreigliedrig (bei den Arguliden gestreckt und vielgliedrig) und stellen platte Ruder dar. Die Anpassung an die parasitische Lebensweise führt bei den schmarotzenden Copepoden zur Verkümmerung und bisweilen zum Schwunde der Brustfüsse. So fehlen z. B. bei den Chondracanthinen das 3., 4. und 5. Brustfusspaar und bei den Lernaeopodiden sind alle Brustfüsse verschwunden.

Cirripedia (Fig. 216 E). Die Rumpfextremitäten dieser Krebse sind Spaltfüsse, deren Exo- und Endopoditen lang und vielgliedrig sind. Man bezeichnet sie als Rankenfüsse. Sie werden abwechselnd aus dem Schalen-

oder Mantelspalt vorgestreckt und zurückgezogen und dienen als Organe zum Einholen von Nahrungspartikelchen und wohl zugleich auch als Athmungsorgane. 6 Paar Rankenfüsse finden wir bei den Lepadiden und Balaniden, 3 oder 4 Paare bei den Abdominalia. Bei den Proteolepadiden und Rhizocephalen kommen die Rankenfüsse ganz in Wegfall.

b) Leptostraca.

Nebalia stellt in der Morphologie der Rumpfgliedmaassen in mancher Beziehung eine Zwischenform zwischen Entomostraken und Thoracostraken dar. Entsprechend der Sonderung des Rumpfes in einen achtgliedrigen Thorax (welcher genau der Brust der Malacostraken entspricht) und ein achtgliedriges Abdomen (Pleon), können wir Brustfüsse und Abdominalfüsse (Pleopoden) unterscheiden. Die 8 Paar Brustfüsse sind, wie bei den meisten Entomostraken, gleichartig. Es ind (Fig. 217) lamellöse Gliedmaassen, die sehr an die blattförmigen Rumpffüsse der Phyllopoden erinnern, aber auch als Ausgangsform für die Brustfüsse der Malacostraken von grosser Bedeutung sind. Jeder Brustfuss von Nebalia besteht aus den für einen Spaltfuss charakteristischen drei Abschnitten, einem zweigliedrigen Protopoditen, einem Exopoditen und einem Endopoditen. Das proximale Glied (Basalglied) des Protopoditen trägt eine zweizipflige Kiemenlamelle (Epipodit), welche wahrscheinlich dem Kiemenanhang der Rumpffüsse der Phyllopoden entspricht. Am distalen Glied inserirt sich einerseits der fünfgliedrige Endopodit, welcher die directe Verlängerung des Protopoditen darstellt, und anderseits der ungegliederte Exopodit in Form einer Kiemenlamelle, die wahrscheinlich der Athemplatte an den Rumpffüssen der Phyllopoden homolog ist.

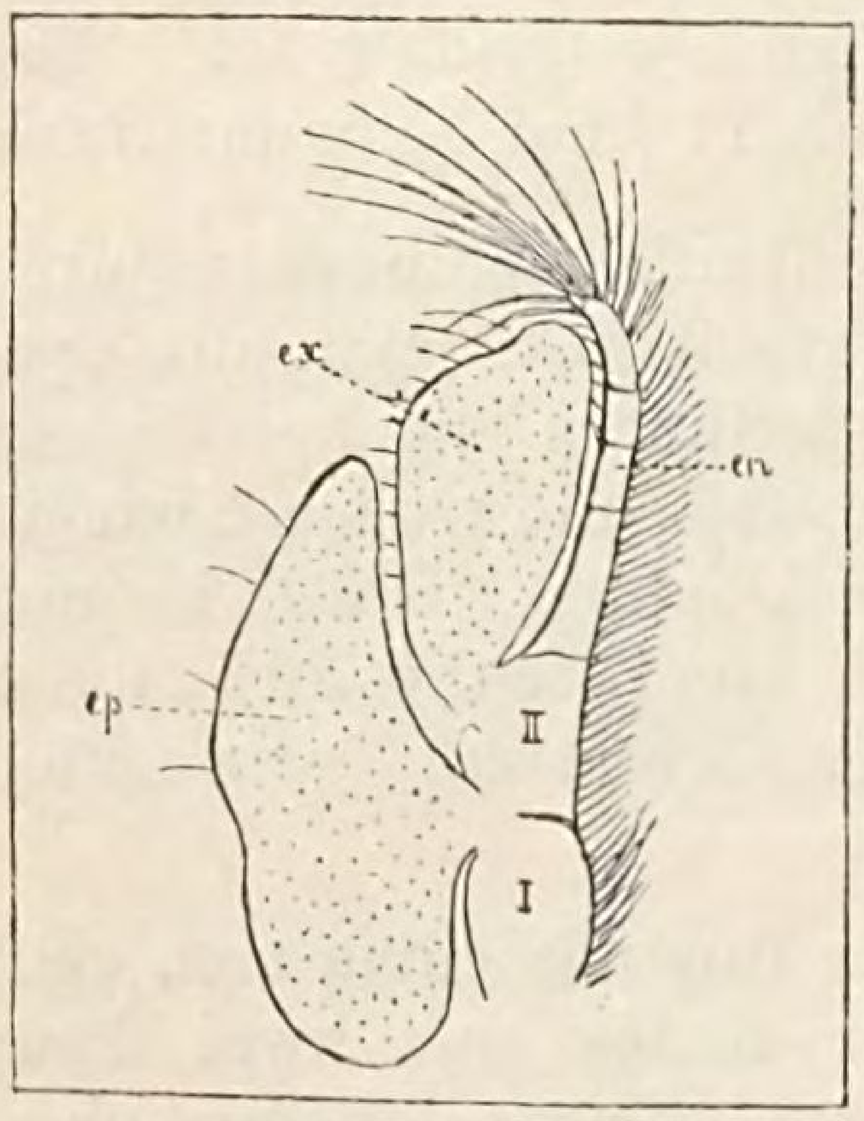


Fig. 217. Nebalia, blattförmiger Brustfuss (nach Claus). *I*, *II* Glieder des Protopoditen, *en* Endopodit, *ex* Exopodit, *ep* Epipodit.

Am Abdomen (Pleon) tragen nur die 6 vorderen Segmente Gliedmaassen. Diese 6 Gliedmaassenpaare dürften den 6 Pleopodpaaren der Malacostraken entsprechen. Die 4 vorderen Paare (Fig. 226 D) dienen zum Schwimmen, es sind typische Spaltfüsse (mit Proto-, Exo- und Endopodit) welche einige Aehnlichkeit mit den Schwimmfüssen der Copepoden haben. Ein Epipodit fehlt. Die 2 letzten Pleopodpaare (Fig. 226 E) sind kurze einästige, ein- oder zweigliedrige Anhänge.

c) Malacostraca.

Entsprechend der Sonderung des Rumpfes in eine 8-gliedrige Brust und in ein 7-gliedriges Abdomen (Pleon) zerfallen die Rumpffüsse in Brustfüsse und in Abdominalfüsse (Pleopoden). Wir treffen 8 Brustfusspaare und 6 Paar Pleopoden, indem das letzte Abdominalsegment constant gliedmaassenlos ist. Es empfiehlt sich, die Extremitäten der Brust und des Abdomens gesondert zu behandeln.

Die Brustfüsse.

Wie eine verschiedene Anzahl von vorderen Brustsegmenten mit dem Kopfe verschmelzen kann, so tritt häufig eine wechselnde Anzahl von vorderen Brustfüssen als Hilfsorgane der Nahrungsaufnahme

(Kieferfüsse) in nähere Beziehung zum Kopfe, speciell zum Munde. Als Ausgangsform für die Brustfüsse der Malacostraca kann der oben beschriebene Brustfuss von Nebalia gelten.

Bei einem completen Malacostraken-Brustfuss trägt das proximale Glied des Protopoditen einen Epipoditen, während sich am distalen Glied der Exopodit und der 5-gliedrige Endopodit ansetzt. Sehr häufig kommt es zum Schwunde sowohl des Exopoditen als des Epipoditen,

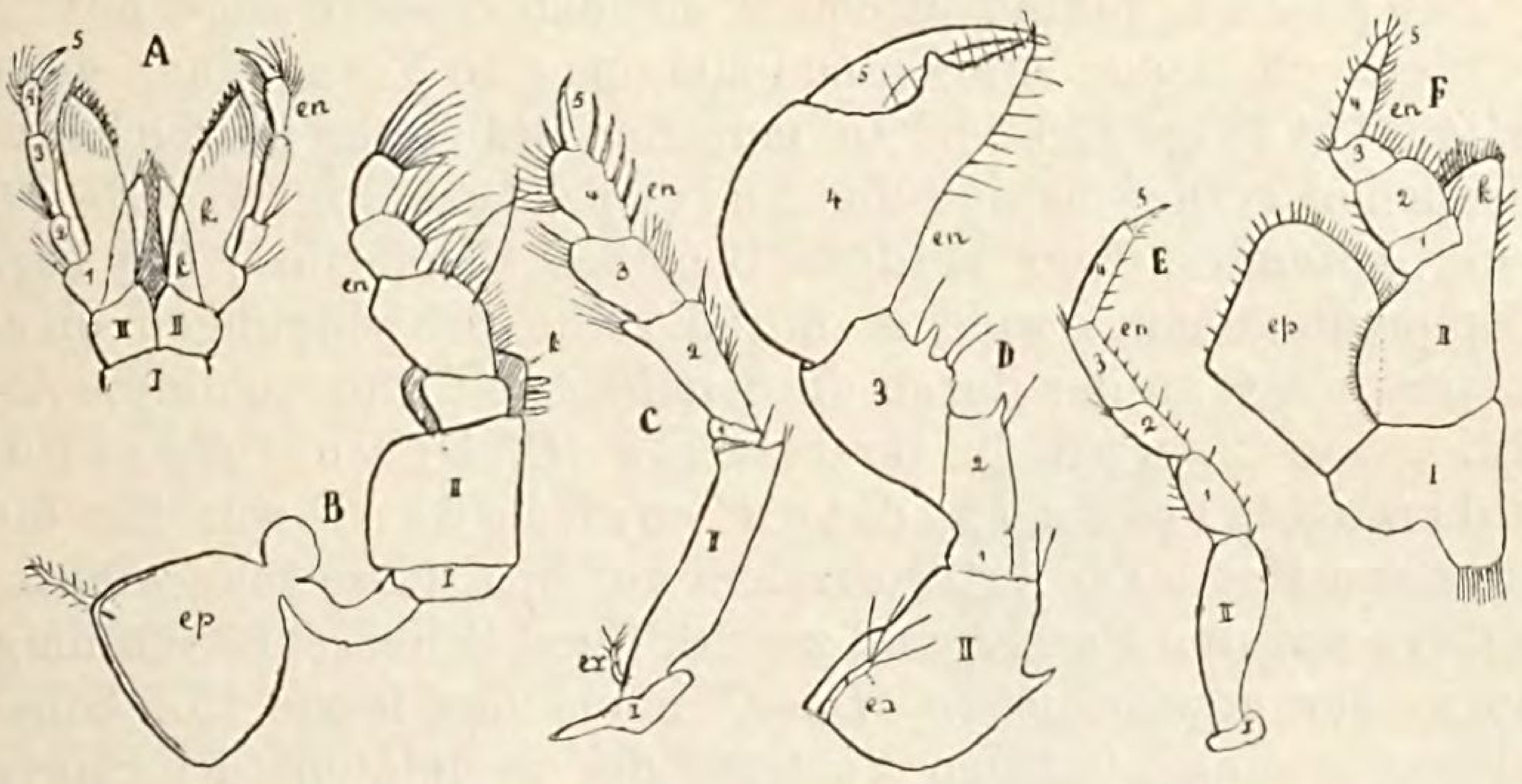


Fig. 218. **Brustgliedmaassen von Arthrostraken.** *A* 1. Brustfusspaar (Kieferfüsse) von **Amphithoë penicillata** COSTA. *B—D* **Apseudes.** *B* 1. rechter Brustfuss; *C* 3. Brustfuss; *D* 2. Brustfuss (nach BOAS). *E* und *F* **Asellus.** *E* 3. Brustfuss (nach BOAS); *F* 1. Brustfuss (nach BOAS). *I*, *II* Glieder des Protopoditen, 1—5 Glieder des Endopoditen, k, k_1 Kauladen, *ep* Epipodit, *ex* Exopodit, *en* Endopodit.

und dann stellt der Brustfuss ein ungespaltenes, aus einer Reihe von 7 Gliedern bestehendes Bein dar. Bisweilen verschmilzt das proximale Glied mit dem Skelet der Brust, so dass dann am Protopoditen nur ein (das distale) Glied zu erkennen ist.

Arthrostraca (Fig. 218). Hier, wo das vorderste Brustsegment mit dem Kopfe verschmolzen ist, hat sich das vorderste Brustfusspaar als Kieferfusspaar zu den Mundgliedmaassen hinzugesellt. Im Allgemeinen ist das Fehlen des Exopoditen für die Brustfüsse der Arthrostraken die Regel. Häufig verschmilzt das proximale Glied des Protopoditen mit dem Brustskelete. Am Basalglied einiger Brustfüsse findet sich bei dem Weibchen ein lamellöser Anhang, die Brutplatte oder Brutlamelle. Die Brutplatten bedecken auf der Bauchseite der Brust einen Raum, die Bruttasche, in welchen die Eier gelangen und in dem sie sich entwickeln (Fig. 219).

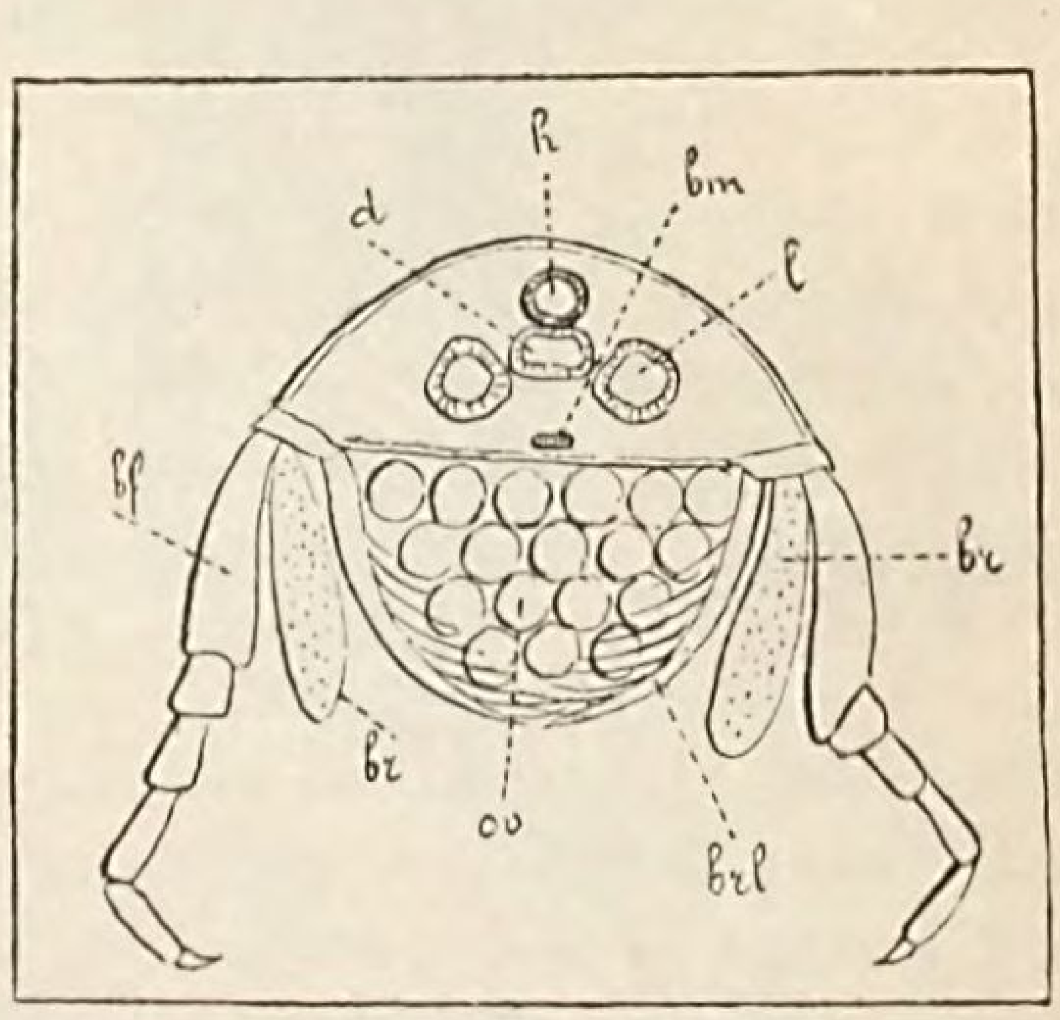


Fig. 219. **Corophium longicorne,** Amphipode. Querschnitt durch den Thorax (nach DELAGE). *d* Darm, *h* Herz, *bm* Bauchmark, *l* Leber, *br* Kieme, *brl* Brutlamelle, *ov* Eier im Brutraum, *bf* Brustfüsse.

Der erste Brustfuss (Kieferfuss) ist dadurch charakterisirt, dass das Distalglied des Protopoditen und bei den Amphipoden ausserdem noch das proximale Glied des Endopoditen eine Kauplatte (Lacinia) trägt.

Die Amphipoden sind dadurch ausgezeichnet, dass die mittleren und

hinteren Brustfüsse am Basalgliede ihres Protopoditen schlauchförmige Kiemen (Epipoditen) tragen (Fig. 219), die aber auch beim Verschmelzen des Basalgliedes mit dem Rumpfskelet direct an dem letzteren inseriren können. Sie sind nicht, wie dies sonst für die Epipodialanhänge charakteristisch ist, nach aussen gerichtet, sondern sie entspringen von der Innenseite des Basalgliedes. Die Kiemen sind bei den Caprelliden (Fig. 199, pag. 300) gewöhnlich auf das 4. und 5. Brustfusspaar beschränkt, und es sind diese Brustfüsse dann bis auf das proximale Glied des Protopoditen verkümmert. Bei den Isopoden fehlen Kiemen an den Brustfüssen mit Ausnahme der Kieferfüsse, an denen ein Epipodialanhang in Form einer derben Platte sich erhalten hat (Fig. 218 F). In mancher Beziehung abweichend von den übrigen Isopoden verhalten sich die Anisopoden (Fig. 218 B—D), speciell die Gattung Apseudes. Der vordere Brustfuss (Kieferfuss) (B) besitzt einen grossen Epipodialanhang, welcher durch seine Schwingungen einen beständigen Wasserwechsel in der durch die Schalenduplicatur gebildete Athemhöhle verursacht. Am 2. und 3. Brustfuss (C, D) von Apseudes sind noch rudimentäre Exopoditen vorhanden, was für die Zurückführung der Brustfüsse der Arthrostraken auf Spaltfüsse sehr wichtig ist. Die Brustfüsse des zweiten Paares sind zu kräftigen Scheerenfüssen umgewandelt, und zwar in der gewöhnlichen Weise, indem das letzte (5.) Glied des Endopoditen gegen einen distalen Fortsatz des vorletzten (4.) Gliedes bewegt werden kann.

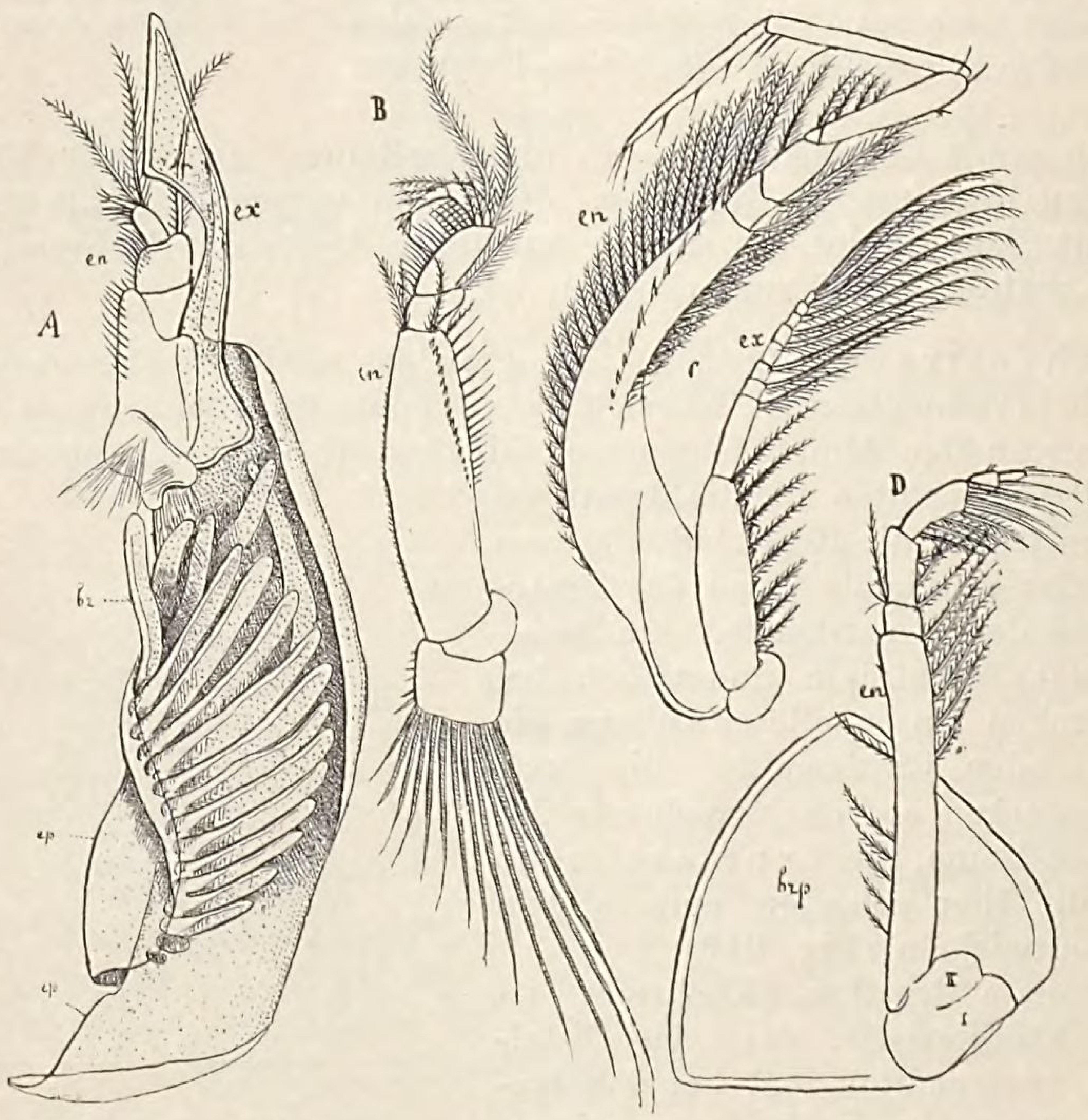


Fig. 220. **Brustfüsse von Diastylis stygia** ♀ (nach G. O. SARS). ***A*** 1., ***B*** 2., ***C*** 4., ***D*** 6. Brustfuss. *ep* Epipodialplatte, *br* Kieme an derselben, *en* Endopodit, *ex* Exopodit, bei ***A*** eine harte Lamelle, *brp* Brutplatte.

Thoracostraca. Cumaceen (Fig. 200, 220.) Der vorderste Brustfuss ist zu einem Kieferfuss geworden. Die übrigen Brustfüsse sind gestreckt. Brutplatten kommen am Basalglied des 2. bis 6. Rumpffusspaares des Weibchens vor. Der Exopodit fehlt am 1. (?), 2. und 8. Rumpffuss, beim Weibchen meist auch am 6. und 7, an den übrigen Füssen ist er als Schwimmast vorhanden. Der Endopodit ist fünfgliedrig. Ein Epipodialanhang ist nur am 1. Brustfuss (Kieferfuss), hier aber mächtig entwickelt. Er ist mit zahlreichen Kiemenschläuchen besetzt. Das distale Glied des Protopoditen des Kieferfusses trägt eine Kaulade.

Stomatopoden (Fig. 201, 221.) Die 5 vorderen Paare von Brustfüssen sind von den 3 hinteren sehr abweichend gestaltet. Letztere entspringen von den drei hinteren freien, vom Kopfbrustschild nicht bedeckten Brustsegmenten. Den 5 vorderen Paaren, die in die Nähe des Mundes gerückt sind, fehlt der Exopodit im erwachsenen Zustande, ist jedoch auf Larvenstadien (Fig. 221) nachweisbar. Sie besitzen alle einen scheibenförmigen Epipodialanhang, der zur Athmung dient. Endopodit und Protopodit sind zusammen nur fünfgliedrig. Die Brustfüsse der 5 vorderen Paare sind mit Greifhänden ausgerüstet. Eine solche Greifhand kommt dadurch zu Stande, dass das letzte Glied des Fusses wie die Schneide eines Messers gegen das vorletzte Glied (den Griff des Messers) bewegt werden kann. Besonders mächtig ist die Greifhand am 2. kräftigen Brustfusspaar (Raubfuss) entwickelt. — Die 3 letzten Rumpffusspaare dienen als Gehfüsse. Es sind Spaltfüsse mit etwas verkümmerten Endopoditen; der Exopodit bildet hier nämlich die beinartige Verlängerung des Protopoditen. Epipodialanhänge fehlen.

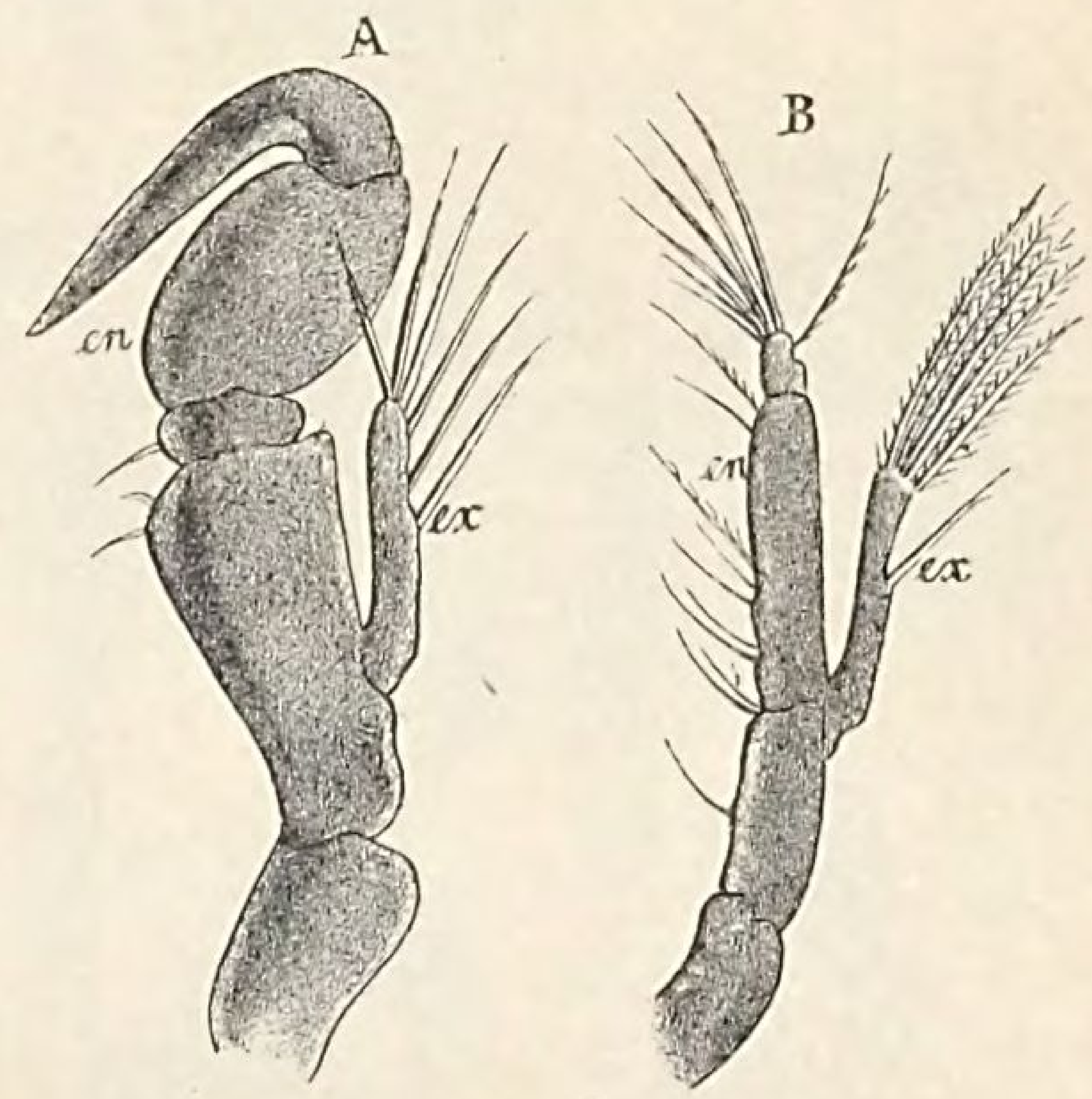


Fig. 221. **Brustfüsse einer Squillalarve** (nach Claus). *A* 2. Maxillarfuss. *B* Einer der darauffolgenden drei Brustfüsse. *en* Endopodit, *ex* Exopodit.

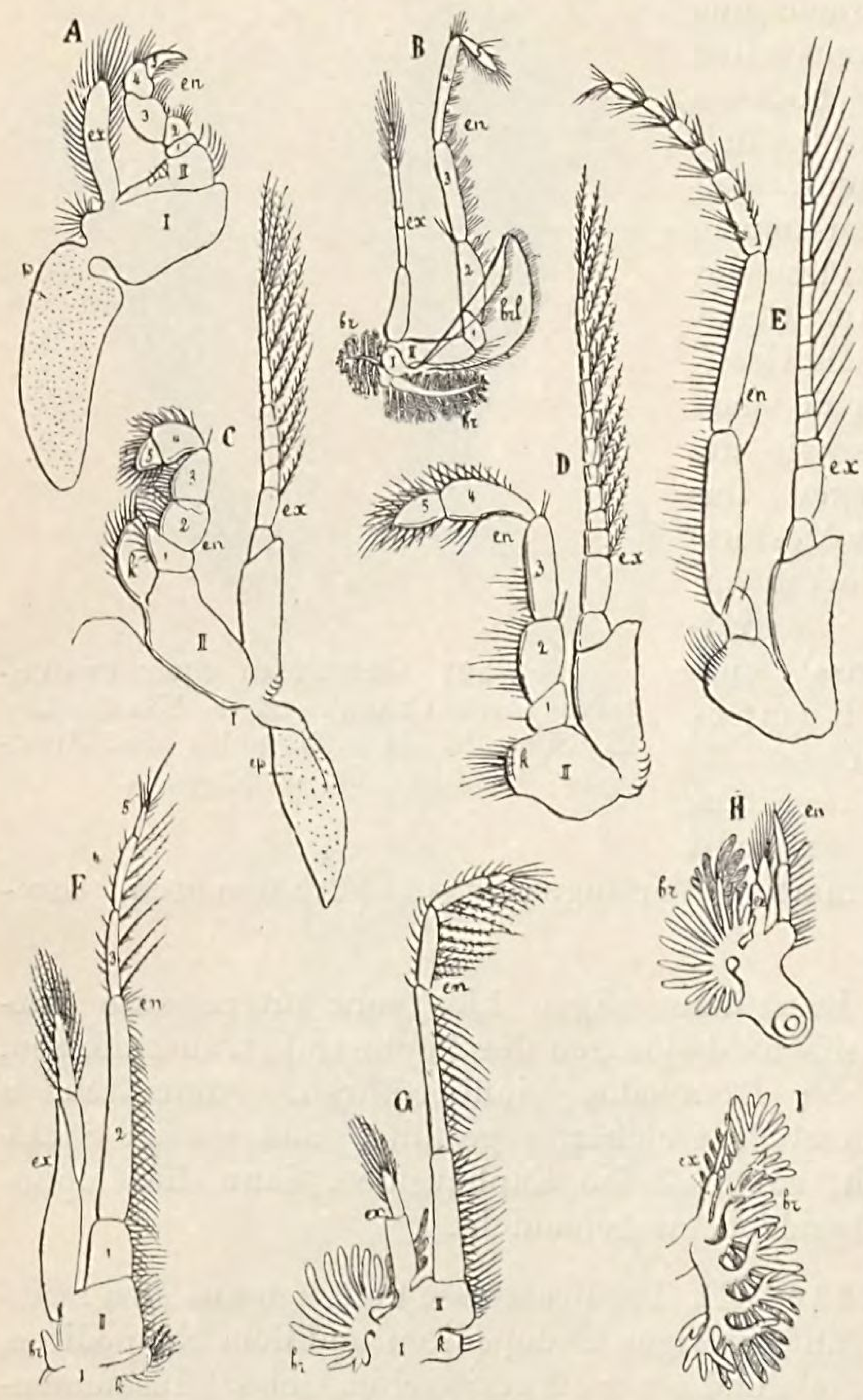
Schizopoden. Die Brustfüsse zeigen hier sehr interessante Verhältnisse, welche sich einerseits an diejenigen der Leptostraken anschliessen, andererseits zu denjenigen der Decapoden hinüberführen. Sämmtliche 8 Brustfusspaare sind noch ziemlich gleichartig gestaltet und stellen Spaltfüsse dar. Es empfiehlt sich, zunächst die Euphausiden, dann die Lophogastriden und zuletzt die Mysideen zu behandeln.

Euphausidae (Fig. 222 F—I). Die Brustfüsse bestehen aus dem zweigliedrigen Protopoditen, dem fünfgliedrigen Endopoditen und dem Exopoditen, der aus einem eingliedrigen Schaft und einer oft geringelten Geissel zusammengesetzt ist. Alle 8 Brustfusspaare besitzen am Basalglied des Protopoditen einen Epipodialanhang, der am 1. Brustfusspaar einfach schlauchförmig, an den übrigen mehr oder weniger complicirt verästelt ist und ein Kieme darstellt. Die beiden vorderen Brustfusspaare sind von den nachfolgenden, wenn auch wenig, verschieden, indem das proximale Glied ihres Protopoditen einen ladenartigen Fortsatz besitzt. Darin giebt sich der Beginn der Umwand-

lung dieser Brustfüsse zu Kieferfüssen kund. Bei Euphausia fehlt der Endopodit an den beiden letzten, bei Thysanopus am letzten Brustfusspaar.

Lophogastridae (Fig. 222 A u. B). Hier ist der erste Brustfuss schon zu einem Kieferfuss geworden, und auch der zweite nähert sich der Form eines Kieferfusses. Am ersten Brustfusspaar ist der Epipodialanhang eine breite schwingende Platte. An den übrigen Brustfüssen finden wir beim Weibchen Brutlamellen am Basalglied des Protopoditen. Nahe diesem Basalglied, aber von dem Integument der Brust selbst, entspringen Kiemen, welche wohl den Epipodialkiemen der Euphausiden entsprechen und als von dem proximalen Glied des Protopoditen wegverlagerte Anhänge gedeutet werden können.

Mysideen (Fig. 202, 222 C—E). Die beiden vorderen Brustfusspaare sind Kieferfüsse mit Kauladen. Der erste Kieferfuss trägt eine schwingende Epipodialplatte. Die übrigen Brustfüsse können entweder alle oder theilweise beim Weibchen Brutlamellen tragen (Fig. 223). Kiemenanhänge fehlen an den Brustgliedmaassen der Mysideen.



Decapoden (Fig. 224, 225, 203, 204). Hier sind die drei vorderen Brustfusspaare zu Kieferfüssen umgewandelt, welche nicht mehr zur Locomotion dienen, sondern im Dienste der Nahrungsaufnahme stehen. Der Exopodit ist an ihnen wohl entwickelt, geisselförmig, der Epipodit in Form einer gestreckten Lamelle im Kiemenraum gelegen. Bei den Brachiuren ist er peitschenförmig, einem Putzfuss ähnlich. Die vorderen Kieferfüsse besitzen wohl entwickelte Kauladen. Im Gegensatz zu den Kieferfüssen werden die 5 hinteren Brustfusspaare als Gehfüsse bezeichnet. Ihnen verdanken die Decapoden ihren Namen. Sie sind

Fig. 222. **Brustfüsse von Schizopoden** (nach G. O. Sars). *A* und *B* **Lophogaster typicus**. *A* 1. Brustfuss (Kieferfuss); *B* 2. Brustfuss des ♀ mit Brutlamelle. *C—E* **Mysis flexuosa.** *C* 1. Brustfuss (Kieferfuss); *D* 2. Brustfuss (Kieferfuss); *E* 3. Brustfuss. *F—I* **Thysanoessa gregaria**. *F* 1., *G* 5., *H* 7., *I* 8. Brustfuss. *I, II* Glieder des Protopoditen, 1—5 des Endopoditen, *en* Endopodit, *ex* Exopodit, *br* Kiemen, *ep* Epipodit, (Platte), *brl* Brutlamelle, *k* Kaulade.

durch das Fehlen des Exopoditen ausgezeichnet, so dass die aus dem Protopoditen und Endopoditen bestehende Gliedmaasse ein einheitliches, siebengliedriges Bein darstellt. Doch können die Exopoditen auf Larvenstadien

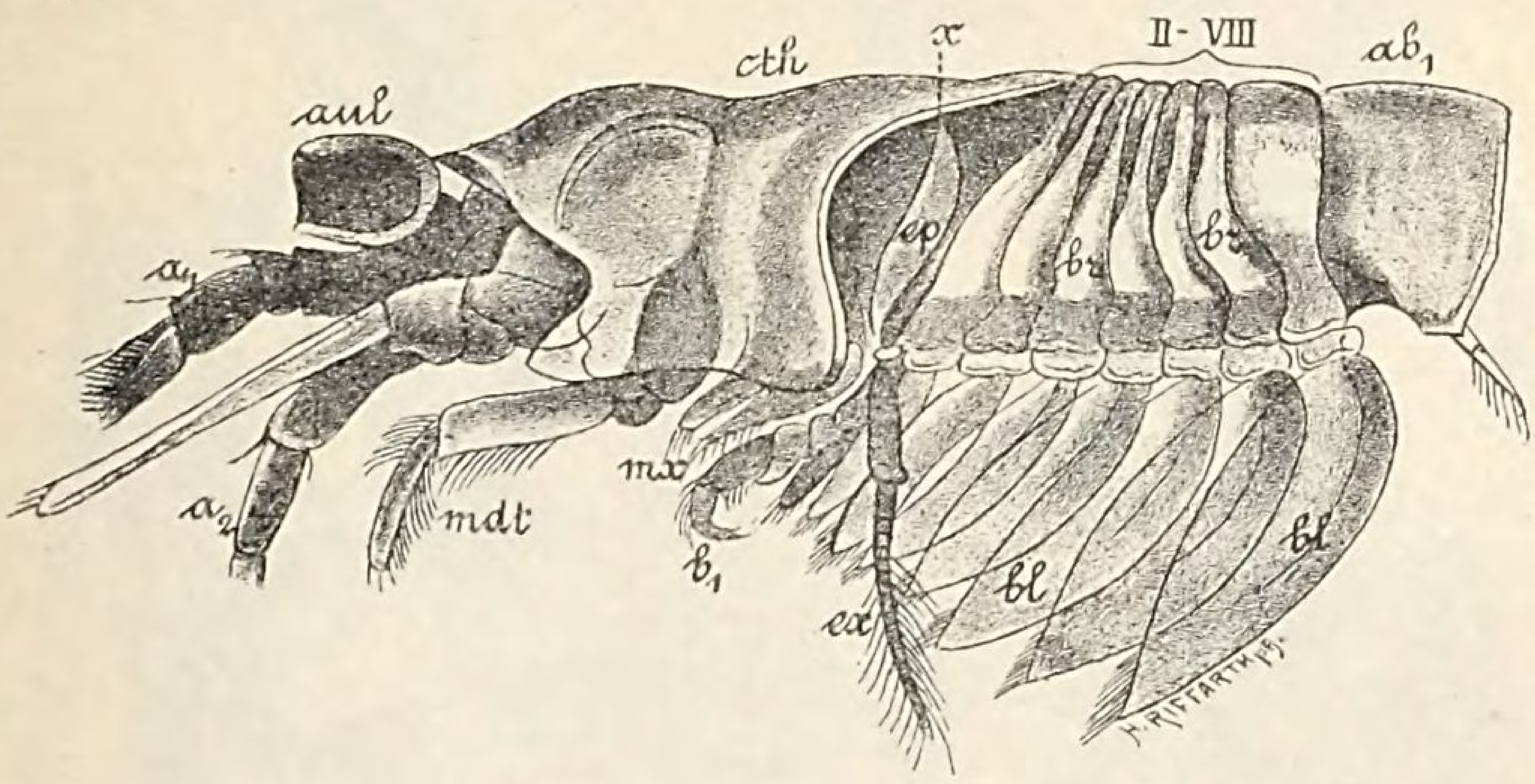


Fig. 223. **Boreomysis scyphops** ♀ (nach G. O. SARS). Die freien Theile des Kopfbrustschildes bei *x* abgeschnitten, um die darunter liegenden freien Brustsegmente *II—VIII* mit den Kiemenfalten *br* zu zeigen. *aul* Becherförmiger Augenlappen ohne Auge (ohne Pigment und Sehapparat), a_1, a_2 vordere und hintere Antenne, *mdt* Mandibulartaster, *mx* Maxillen, b_1 1. Brustfuss mit Exopodit *ex* und Epipodit *ep*, letzterer in der abgedeckten Kiemenhöhle, *bl* Brutlamellen des 2.—8. abgeschnittenen Brustfusses, ab_1 1. Abdominalsegment, *cth* Cephalothorax.

(Fig. 224) vorhanden sein und sich in einzelnen Fällen als Rudimente auch am erwachsenen Thiere erhalten. Das Basalglied der Gehfüsse trägt Kiemen, welche in die Athemhöhle emporragen. Doch sollen die Decapodenkiemen in einem besonderen Abschnitt besprochen werden. Vornehmlich die vorderen Gehfusspaare sind oft Scheerenfüsse; das erste ist meist besonders stark entwickelt. (Beim Flusskrebs sind die 3 vorderen Gehfusspaare mit Scheeren versehen; der vorderste Gehfuss stellt den bekannten grossen Scheerenfuss dar.)

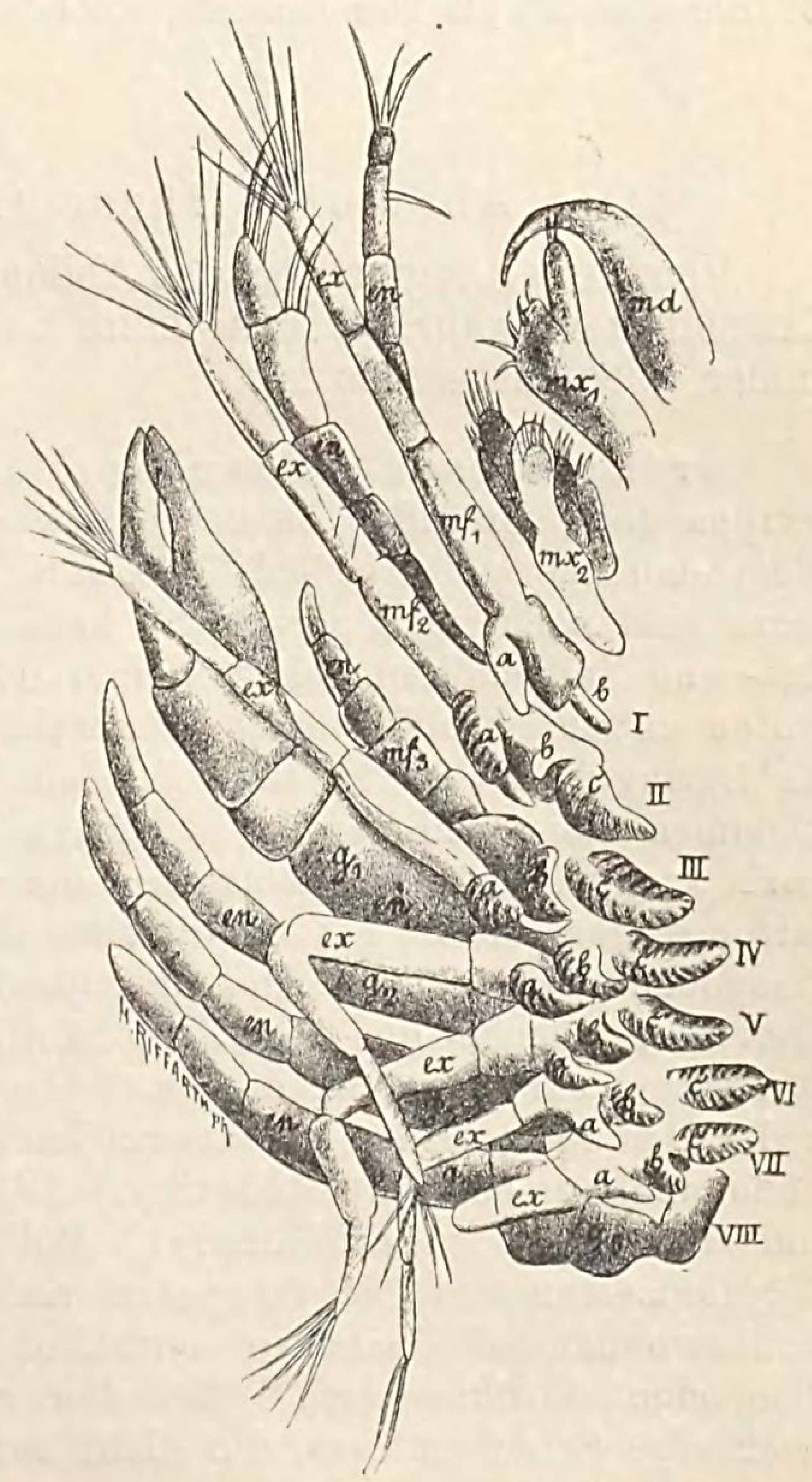


Fig. 224. **Aeltere Larve von Calliaxis im vorgeschrittenen Mysisstadium. Kiemen und Extremitäten der Kopfbrustregion** (nach CLAUS). *md* Mandibel, mx_1 vordere, mx_2 hintere Maxillen, *I—VIII* Brustfüsse, und zwar mf_1 1. Kieferfuss, mf_2 2. Kieferfuss, mf_3 3. Kieferfuss, g_1—g_5 Gehfüsse, *ex* Exopodit, *en* Endopodit, *a* Epipodit, z. Th. mit Podobranchien, *b* Arthrobranchien, *c* Pleurobranchien.

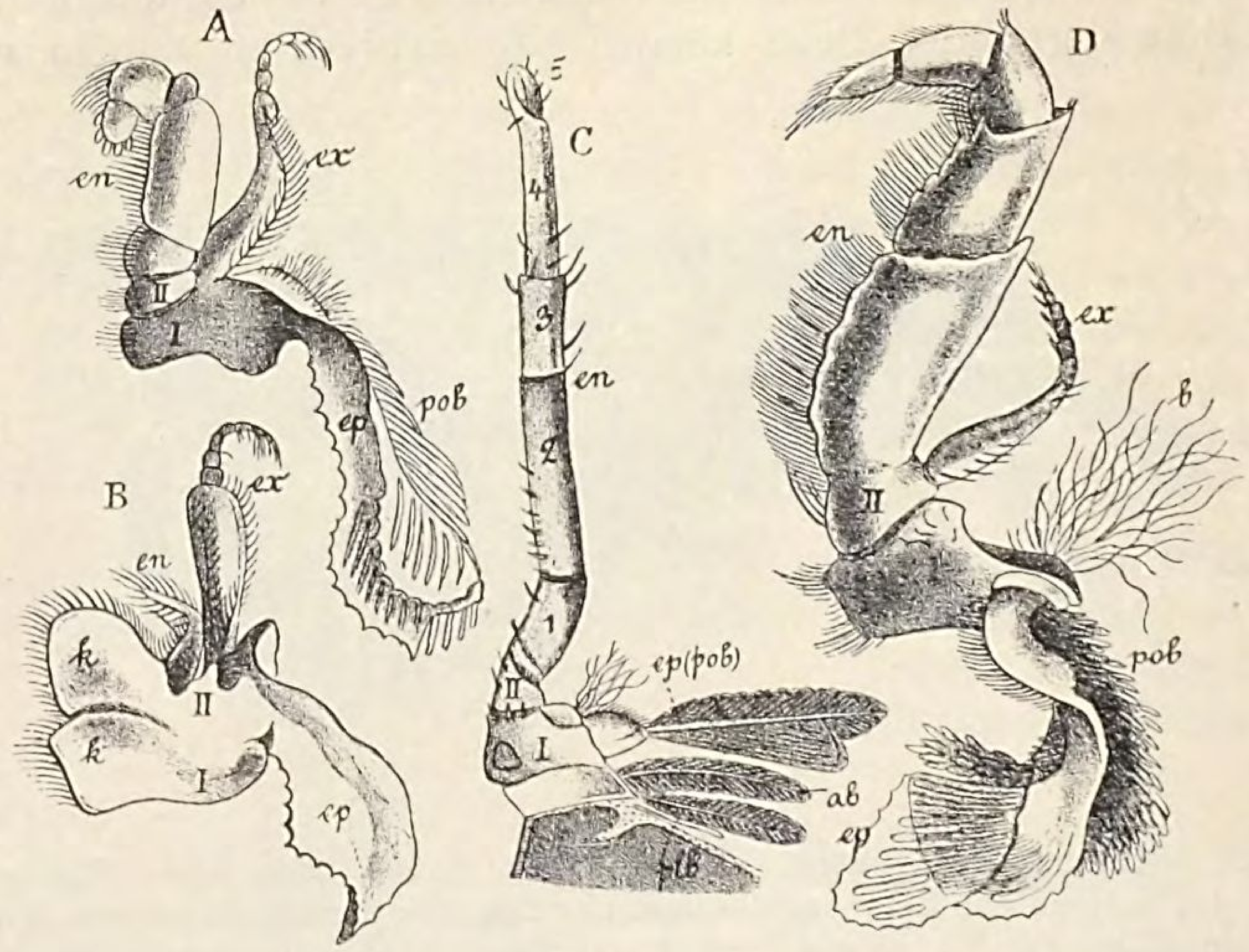


Fig. 225. **Brustbeine von Astacus fluviatilis** (nach HUXLEY). *A* 2. Brustfuss (2. Kieferfuss). *B* 1. Brustfuss (1. Kieferfuss). *C* Querschnitt durch den ventralen Seitenrand des Thorax mit Gangfuss und Kiemen. *D* 3. Brustfuss (3. Kieferfuss). *I*, *II* Glieder des Protopoditen, 1—5 des Endopoditen *en*, *ex* Exopodit, *ep* Epipodit, *pob* Podobranchie, *ab* Arthrobranchie, *plb* Pleurobranchie, *k* Kauladen.

Die Abdominalfüsse (Pleopoden) (Fig. 226).

Von den 7 Segmenten des Abdomens tragen typisch die 6 vorderen Extremitäten, während das letzte Segment, als Telson bezeichnet, immer gliedmaassenlos ist.

Arthrostraca. Amphipoda. Wenn wir von der aberranten Gruppe der Caprelliden zunächst absehen, so sind bei den Amphipoden die Pleopoden als typische Spaltfüsse wohl entwickelt. Die 3 vorderen Pleopodpaare sind nach vorn gerichtete, kräftige Schwimmfüsse mit vielgliedrigem Exo- und Endopoditen. Die 3 kleineren hinteren Pleopodpaare (G) sind nach hinten gerichtet, meist ebenfalls zweiästig, griffelförmig und dienen häufig als Springfüsse. Selten sind sie lamellös. Bei den Caprelliden, wo das Abdomen meist rudimentär ist, trägt dasselbe höchstens 3, wenigstens 2 stark rückgebildete Gliedmaassen, die im männlichen Geschlecht (als Begattungsfüsse) besser entwickelt sind als beim Weibchen. Isopoda. Die Pleopoden der Isopoden sind Spaltfüsse, deren Endo- und Exopoditen ungegliederte, flache und meist zarthäutige Lamellen darstellen, die als Kiemenblätter zur Athmung dienen. Das letzte (6.) Pleopodpaar bildet entweder, bei den marinen schwimmenden Isopoden, zusammen mit dem letzten Abdominalsegment eine Ruderflosse (F), oder ist, wie bei den Süsswasser- und Landasseln, griffelförmig. Bei den parasitischen Bopyriden und Cryptonisciden sind die Pleopoden verkümmert oder fehlen ganz. Bei den landbewohnenden Onisciden enthalten die Aussenlamellen der vorderen Pleopoden Luftkammern. Bei den Anisopoden sind die Pleopoden zweiästige Schwimmfüsse, die nicht zur Athmung dienen.

Thoracostraca. Stomatopoda. An dem kräftigen Abdomen finden sich die 6 typischen, zweiästigen Pleopodpaare wohl entwickelt. Die vorderen 5 Paare sind Schwimmfüsse, deren äussere Lamellen je eine verästelte Kieme tragen. Das 6. Pleopodpaar bildet mit dem Telson (7. Abdominalsegment) eine kräftige Schwanzflosse.

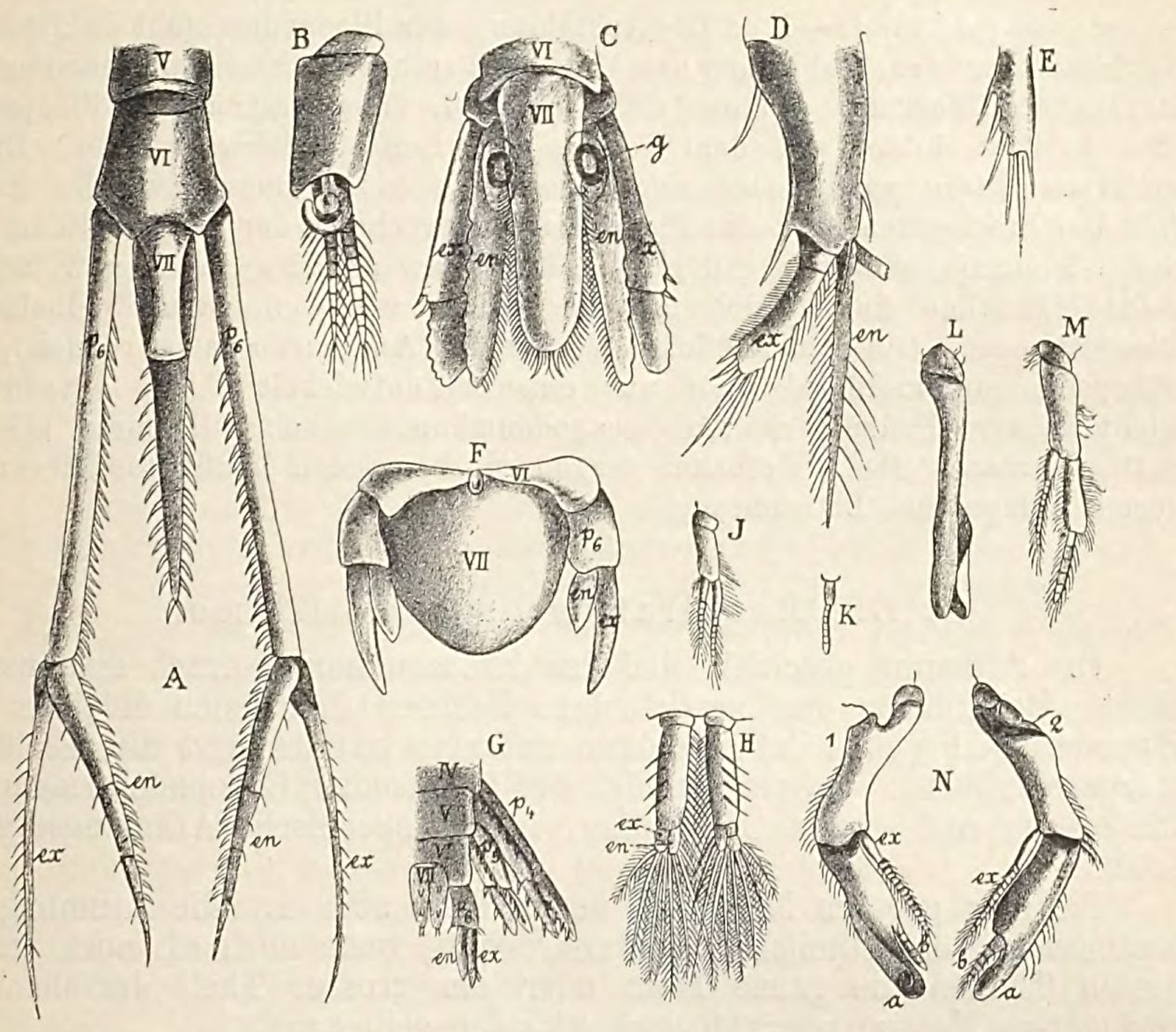


Fig. 226. **Pleopoden (Abdominalfüsse) von Leptostraken und Malacostraken.** *A* Ende des Abdomens von **Diastylis stygia** (nach G. O. Sars). *V*, *VI*, *VII* Abdominalsegmente, *VII* Telson, p_6 Pleopodpaar des 6. Segmentes, *en* Endopodit, *ex* Exopodit. ***B*** 2. Pleopod mit Kieme, Exo- und Endopodit von **Siriella Thompsonii** (nach G. O. Sars). *C* Ende des Abomens (Schwanzflosse) von **Siriella gracilis** (nach G. O. Sars). *VI* 6. Abdominalsegment, *VII* 7. Abdominalsegment (Telson), *en*, *ex* Endo- und Exopodit des 6. Pleopodpaares, welches zusammen mit dem Telson die Schwanzflosse bildet, *g* Gehörorgan. ***D*** Ein vorderes Pleopod von **Nebalia** (nach Claus). *ex* Exopodit, *en* Endopodit. ***E*** **Nebalia,** 6. Pleopod des ♀ (nach Claus). ***F*** **Anilocra** (Isopode), Schwanzflosse. *VI* 6. Abdominalsegment, *VII* Telson, p_6 6. Pleopod mit Exopodit *ex* und Endopodit *en*. (Nach Delage.) ***G*** **Lysianassa producta** (Amphipode). Ende des Abdomens mit dem 4., 5. und 6. Pleopod p_4, p_5, p_6, *IV*, *V*, *VI*, *VII* Abdominalsegmente, *en* Endo-, *ex* Exopodit (Nach Goës.) ***H*** **Diastylis stygia,** 1. Pleopodpaar; *ex* Exo-, *en* Endopodit. (Nach G. O. Sars.) ***I—N*** **Astacus fluviatilis.** ***I*** 3. Pleopod des Männchens; ***K*** 1. Pleopod des Weibchens; ***L*** 1. Pleopod des Männchens; ***M*** 3. Pleopod des Weibchens; ***N*** 2. Pleopod des Männchens. 1 Vorderfläche, 2 Hinterfläche, *ex* Exopodit, *a* die eingerollte Platte des Endopoditen, *b* gegliedertes Ende des Endopoditen. (Nach Huxley.)

Cumacea. Das 6. Pleopodpaar (A, p_6) besteht aus zweiästigen Griffeln. Die Pleopoden der fünf vorderen Abdominalsegmente fehlen beim Weibchen, beim Männchen sind sie Schwimmfüsse (H) und entweder vollzählig, oder nur in 2 oder 3 Paaren vorhanden.

Schizopoden. Das 6. Pleopodpaar (C) bildet mit dem Telson eine Schwanzflosse. Wo ein Gehörorgan vorkommt, liegt es in der inneren Lamelle dieser Pleopoden. Die 5 vorderen Pleopodpaare sind wenigstens beim Männchen wohl entwickelte, zweiästige Schwimmfüsse. Die beiden vorderen Pleopodpaare dienen bei den Euphausiden zugleich als Copulationsorgane. Beim Männchen von Siriella tragen die Pleopoden Kiemen (B).

Decapoden (I—N). Die Ausbildung der Pleopoden steht in directem Verhältniss zu der Ausbildung des Abdomens selbst. Bei den langschwänzigen Decapoden (Macrura) finden sich meist 6 Paar gabelästige Pleopoden. Das 6. Paar bildet mit dem Telson eine kräftige Schwanzflosse. Die 5 vorderen Paare spielen bei der Locomotion keine nennenswerthe Rolle. Bei den Brachyuren sind die Pleopoden entsprechend der starken Reduction des Abdomens ebenfalls reducirt. Eine Schwanzflosse fehlt gewöhnlich. Beim Männchen finden sich nur die beiden vorderen, beim Weibchen 4 Pleopodpaare. Die Schwanzflosse ist bei den Anomuren meist reducirt, die Pleopoden stummelförmig, oft nur einseitig entwickelt. Die 2 vorderen Pleopodpaare dienen bei den Decapodenmännchen sehr allgemein als Begattungsorgane. Beim Weibchen tragen die Pleopoden häufig die Eier nach deren Ablage und Befruchtung.

C) Die Respirationsorgane. Kiemen.

Die Athmung geschieht bei den Krebsen immer durch die äussere Haut. Bei kleinen und zarthäutigen Krebsen (bei denen die über der Hypodermis liegende Cuticula dünn und zart ist) respirirt die gesammte Körperoberfläche. So vornehmlich bei Ostracoden, Copepoden, manchen Cladoceren und vielen Cirripedien, denen specifische Athmungsorgane fehlen.

Bei der grossen Mehrzahl der Krebse aber ist die Athmung an bestimmten Körpertheilen besonders lebhaft, wenn auch oft noch ausser diesen Theilen die ganze Haut oder ein grosser Theil derselben in geringerem Maasse respiratorisch wirksam sein kann.

Die Funktionen der Athmung werden bei den Krebsen wie anderswo erleichtert und gefördert durch verschiedenartige Einrichtungen und Verhältnisse. Unter diesen ist in erster Linie hervorzuheben die Vergrösserung der respirirenden Oberfläche, der äusseren Haut, in zweiter Linie die Zu- und Abfuhr von Blut zu und von den respirirenden Theilen. In 3. Linie sind zu erwähnen Einrichtungen, welche zu einem beständigen Wechsel des die respirirenden Theile badenden, lufthaltigen Wassers dienen, und in 4. Linie Einrichtungen, welche zum Schutze der nothwendig weichhäutig bleibenden Athmungsorgane bestimmt sind.

1. Eine Vergrösserung der respirirenden Oberfläche ist zunächst durch die so allgemein verbreitete, vom Kopf entspringende Hautduplicatur gegeben, welche in sehr verschiedener Form, als Mantel, als Rückenschild, als zweiklappige Schale, als Kopfbrustschild, auftritt. Wo diese Duplicatur weichhäutig bleibt, dient sie jedenfalls mit zur Athmung. Oft bleibt nur die innere Wand der Duplicatur weichhäutig, und wir sehen häufig Einrichtungen getroffen, welche zu dem Zwecke dienen, das in dem Raume zwischen der Duplicatur und dem Rumpfe (Athemraum) befindliche Wasser in Bewegung zu versetzen. Es sind bei Malacostraken (Zoëalarven, Tanaiden, Mysideen, Stomatopoden) Epipodialanhänge der Maxillen oder der vorderen Brustfüsse,

welche als schwingende Platten bei der Bewegung der sie tragenden Gliedmaassen einen Wasserstrom in dem von der Hautduplicatur bedeckten Athemraum, in dem sie liegen, verursachen. In ähnlicher Weise erzeugen bei Ostracoden die Bewegungen der Fächerplatten, der sogenannten Branchialanhänge, die am 4., 5. und 6. Gliedmaassenpaar vorkommen können, einen an der Körperoberfläche beständig vorbeiziehenden Wasserstrom. Bei den höheren Malacostraken, vornehmlich bei den Decapoden, verliert die sehr hart und dick werdende Hautduplicatur ihre respiratorische Bedeutung und wird als Kiemendeckel zu einer Schutzdecke der zarten Kiemen, die in dem von ihr bedeckten seitlichen Athemraume liegen.

2. Bei Balaniden kommen faltenartige Hervorragungen des Mantels in die Mantelhöhle vor, die in einem Paare vorhanden sind. Diese Falten können wieder zahlreiche Seitenfalten bilden, so dass die Manteloberfläche ausserordentlich vergrössert erscheint. Man hat diese Bildungen als Kiemen in Anspruch genommen.

3. Bei einigen Cyprididen (einer Familie der Ostracoden) trägt der Körper jederseits neben der dorsalen Mittellinie unter der Schale eine Reihe von Kiemenblättchen.

4. Die Funktion der Athmung wird bei der grossen Mehrzahl der Krebse von Gliedmaassen oder von Gliedmaassenanhängen übernommen. Es ist dies verständlich, weil die Bewegung der Gliedmaassen und der dadurch bedingte Wasserwechsel der Athmung äusserst förderlich ist.

Bei vielen Lepadiden unter den Cirripedien kommen an den Rankenfüssen cylindrische oder lanzettförmige Anhänge vor, die man mit zweifelhaftem Recht als Kiemen gedeutet hat. Sie finden sich am vordersten oder den vordersten, bisweilen auch an allen Rankenfüssen und inseriren gewöhnlich am Basaltheil derselben.

Sehr geeignet zur Respiration sind die blattförmigen Schwimmfüsse der Phyllopoden. Die als Kiemen und Athemplatten bezeichneten Anhänge derselben sind schon früher besprochen worden. Vielleicht entsprechen die Kiemen der Phyllopoden als Epipodialanhänge den Kiemen der Thoracostraken.

Bei den Leptostraken (Nebalia) fungiren wohl neben der zarten Schalenduplicatur ganz besonders auch die lamellösen Brustfüsse als Athmungsorgane. Die beiden Kiemenplatten derselben (Epipodit und Exopodit) entsprechen den Kiemen und Athemplatten der Phyllopoden. Die Kiemenplatte (Epipodit) des proximalen Gliedes des Protopoditen ist einer Decapoden-Kieme morphologisch gleichwerthig.

Bei den Isopoden sind es die zarthäutigen Lamellen der Pleopoden, welche zur Athmung dienen, und zwar entweder beide Lamellen eines Fusses oder nur die innere, indem die äussere harthäutig ist und als Deckplatte der inneren zum Schutze dient.

Die Kiemen der Stomatopoden (Squilla) finden sich als verästelte Anhänge an den äusseren Lamellen der abdominalen Schwimmfüsse (Pleopoden). Aehnlich verhalten sich die Kiemen bei der Mysideengattung Siriella, wo sie beim männlichen Geschlecht ebenfalls als Anhänge der Pleopoden, aber ihres inneren Astes, auftreten.

Die Kiemen der Amphipoden, Schizopoden (excl. Mysideen) und Decapoden stellen wohl ursprünglich überall Epipodialanhänge am Basalgliede des Protopoditen der Brustfüsse dar. Sie können als homologe Bildungen betrachtet werden und entsprechen vielleicht den

Kiemen der Phyllopoden und den basalen Kiemenplatten (Epipoditen) von Nebalia.

Der schlauchförmigen Amphipoden-Kiemen wurde schon früher gedacht.

Schizopoden. Die Kiemenbüschel der Euphausiden (Fig. 227), deren Aeste gefiedert sind, ragen vom Basalglied des Protopoditen der Rumpffüsse frei in das umgebende Wasser hinein, ohne von der seitlichen Lamelle des Kopfbrustschildes bedeckt zu sein. Die Verästelung der Kiemen wird von den vorderen zu den hinteren Brustfüssen fortschreitend complicirter. Am vordersten Brustfuss ist die Kieme ein einfacher Anhang. Bei Lophogaster finden wir vom 2. bis 7. Brustfuss Kiemen. Diese bestehen aus

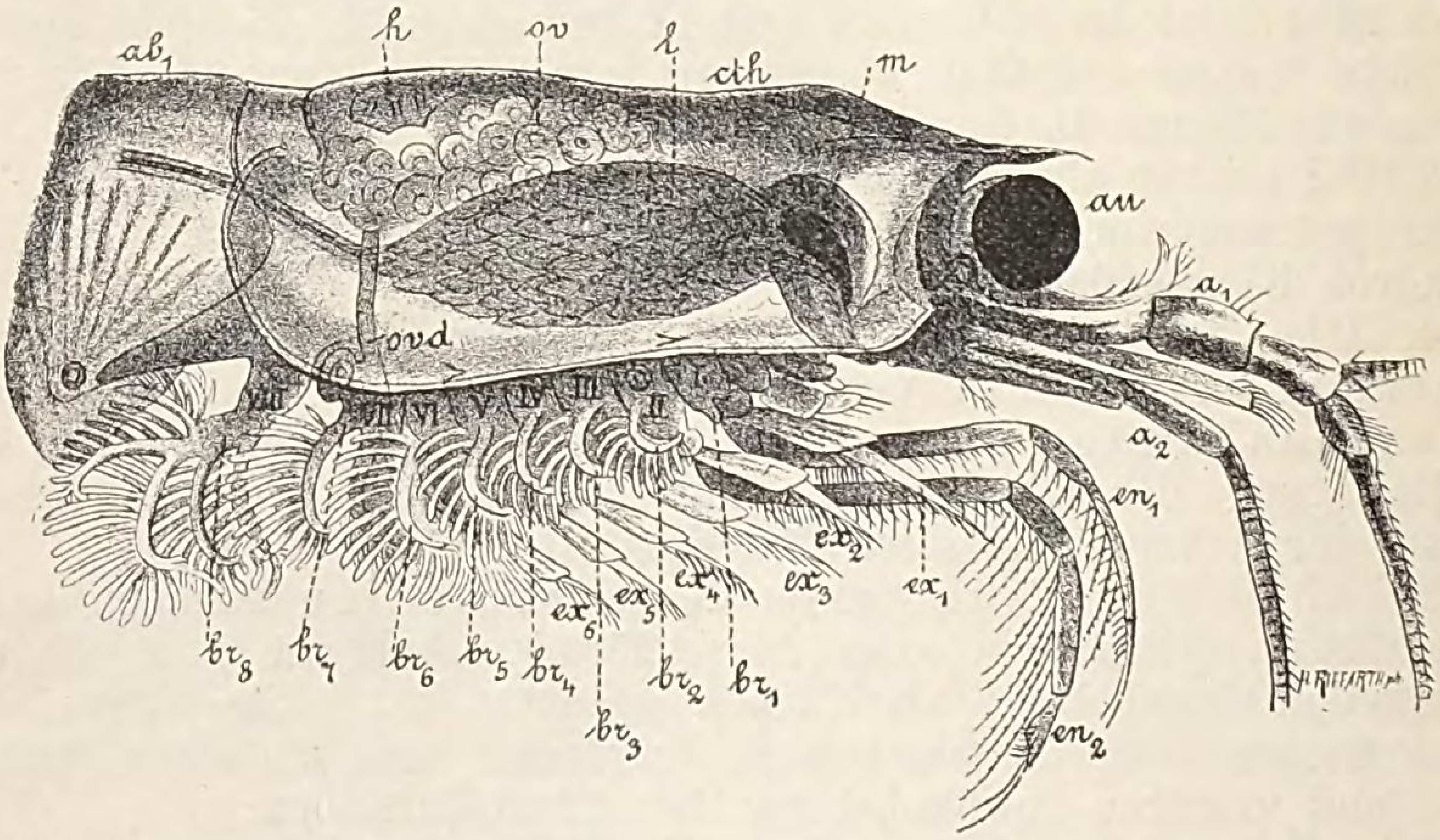


Fig. 227. **Euphausia pellucida** ♀ (nach G. O. Sars), Cephalothorax (*cth*) und 1. Abdominalsegment (ab_1) von der Seite. *h* Herz, *ovd* Ovidukt, *ov* Ovarium, *l* Leber, *m* Magen, *au* Auge, a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, ex_1—ex_6 Exopoditen der 6 vordern Brustfüsse, en_1, en_2 Endopoditen der 2 vordern Brustfüsse, die 4 folgenden sind nicht gezeichnet, Endo- und Exopodit des 7. und 8. Brustfusses rudimentär. br_1—br_8 Kiemen an den Protopoditen (*I—VIII*) der Brustfüsse, br_1 erste Kieme, ein kleiner Epipodialanhang.

3 gefiederten Aesten, von denen der obere in einem von der seitlichen Lamelle des Kopfbrustschildes bedeckten Kiemenraum liegt. Die Kiemen sollen nicht direkt vom Basalglied des Protopoditen entspringen, sondern dicht daneben vom Körperstamm. Nichtsdestoweniger dürften sie als verlagerte Epipodialanhänge zu betrachten sein.

Die Kiemen der Decapoden (Fig. 228, 229) verdienen eine eingehendere Besprechung. Ueberall wölbt sich über den Seitentheil des Thorax rechts und links eine Ausbreitung des Kopfbrustschildes, welche als Kiemendeckel (Fig. 228, *kd*) einen Athemraum (*kh*) bedeckt, in welchem die Kiemen (*k*) liegen. Der Kiemendeckel reicht ventralwärts bis ganz an die Insertion der Brustfüsse, wo der Athemraum jederseits durch eine Längsspalte mit dem umgebenden Medium communicirt. Man unterscheidet zunächst nach der Insertionsweise drei Arten von Kiemen, Podobranchien, Arthrobranchien und Pleurobranchien. Die Podobranchien entspringen vom Basalgliede der Brustfüsse, die Arthrobranchien von der Gelenkhaut, zwischen Basalglied und Körperstamm, und die Pleurobranchien vom Stamm selbst, doch unmittelbar über

dem Basalglied der entsprechenden Brustbeine. Alle Kiemen sind phylogenetisch als Epipodialanhänge (des Basalgliedes des Protopoditen) zu deuten, die Arthro- und Pleurobranchien als verlagerte Epipodialanhänge. Nach der speciellen Form unterscheidet man sodann zwei Arten von Kiemen, die Trichobranchien und Phyllobranchien. Bei den Trichobranchien sitzen zahlreiche Kiemenfäden rings um einen gemeinsamen Stamm oder eine gemeinsame Axe. Sie ähneln so einer Flaschenbürste. Bei den Phyllobranchen sind die Kiemenfäden kleine flache Lamellen, welche dicht gedrängt dem Stamm zweizeilig aufsitzen, ähnlich wie die Fiederchen dem Schafte einer Feder. Phyllobranchien und Trichobranchien, zwischen denen mancherlei Zwischenformen von Kiemen vorkommen, finden sich nicht bei ein und derselben Art zusammen. Trichobranchien besitzen die Macruren (mit Ausnahme der Sergestiden, Garneelen und der Gattungen Gebia und Callianassa), Phyllobranchien haben sämmtliche Anomuren und Brachyuren und von den Macruren die eben als Ausnahmen citirten Formen.

Podobranchien, Arthrobranchien und Pleurobranchien können zusammen vorkommen, und zwar an einem und demselben Brustsegment. Sie erleiden mannigfache Modificationen und Rückbildungen. Das Verhalten des Kiemenapparates bei den verschiedenen Decapodengattungen und Arten kann man durch Kiemenformeln charakterisiren. Wir führen hier die Kiemenformel von Astacus fluviatilis und von Cancer pagurus an.

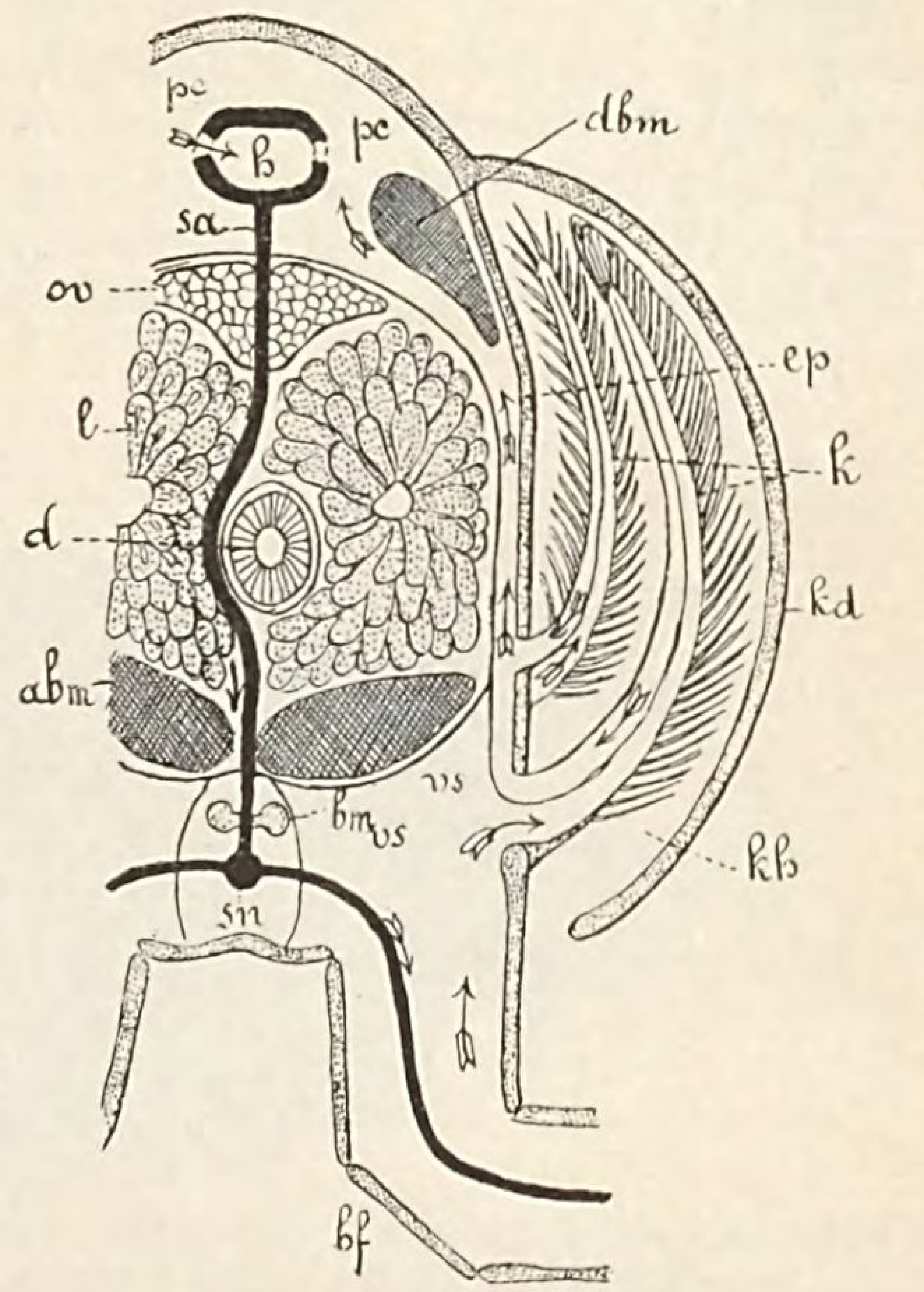


Fig. 228. **Querschnitt durch den Cephalothorax des Flusskrebses in der Gegend des Herzens, schematisch.** *kd* Kiemendeckel, *k* Kiemen, *kh* Athem- oder Kiemenhöhle, *ep* Seitenwand des Cephalothorax, *pc* Pericard, *h* Herz, *sa* Sternalarterie, *l* Hepatopancreas, *d* Darm, *abm* ventrale Längsmuskeln zum Abdomen, *dbm* dorsale Längsmuskeln zum Abdomen, *bm* Bauchmark, *sn* Subneuralgefäss, *bf* Gehfuss, *vs* ventraler Sinus, *ov* Ovarium. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an. (Nach Huxley und Plateau.)

Kiemenformel von Astacus fluviatilis (Flusskrebs) nach Huxley.

Brustsegmente und Gliedmaassen		Podobranchien	Arthrobranchien vordere	Arthrobranchien hintere	Pleurobranchien		Summe
VI	1. Kieferfuss	0 (ep.)	0	0	0	=	0 (ep.)
VII	2. Kieferfuss	1	1	0	0	=	2
VIII	3. Kieferfuss	1	1	1	0	=	3
IX	1. Gehfuss	1	1	1	0	=	3
X	2. Gehfuss	1	1	1	0	=	3
XI	3. Gehfuss	1	1	1	Rudim.	=	3 + Rudim.
XII	4. Gehfuss	1	1	1	Rudim.	=	3 + Rudim.
XIII	5. Gehfuss	0	0	0	1	=	1
		6 + ep. +	6 +	5 +	1 + 2 R	=	18 + ep. + 2 R

Kiemenformel von Cancer pagurus (Taschenkrebs) nach Huxley.

Brustsegmente und Gliedmaassen		Podo-branchien	Arthrobranchien vordere	Arthrobranchien hintere	Pleuro-branchien	Summe
VI 1.	Kieferfuss	0 (ep.)	0	0	0	= 0 (ep.)
VII 2.	Kieferfuss	1	1	0	0	= 2
VIII 3.	Kieferfuss	1	1	1	0	= 3
IX 1.	Gehfuss	0	1	1	0	= 2
X 2.	Gehfuss	0	0	0	1	= 1
XI 3.	Gehfuss	0	0	0	1	= 1
XII 4.	Gehfuss	0	0	0	0	= 0
XIII 5.	Gehfuss	0	0	0	0	= 0
		2 + ep. +	3 +	2 +	2	= 9 + ep.

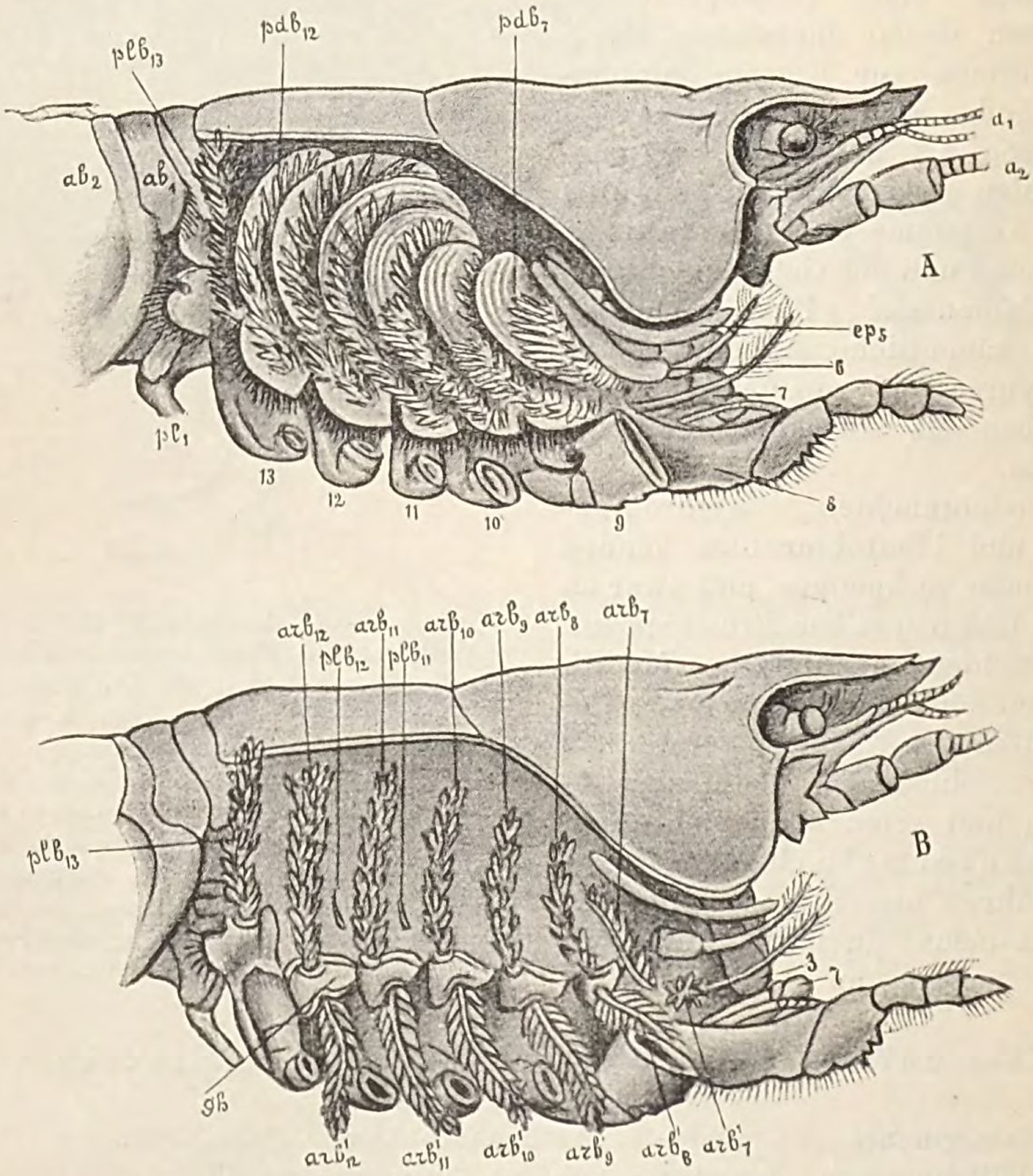
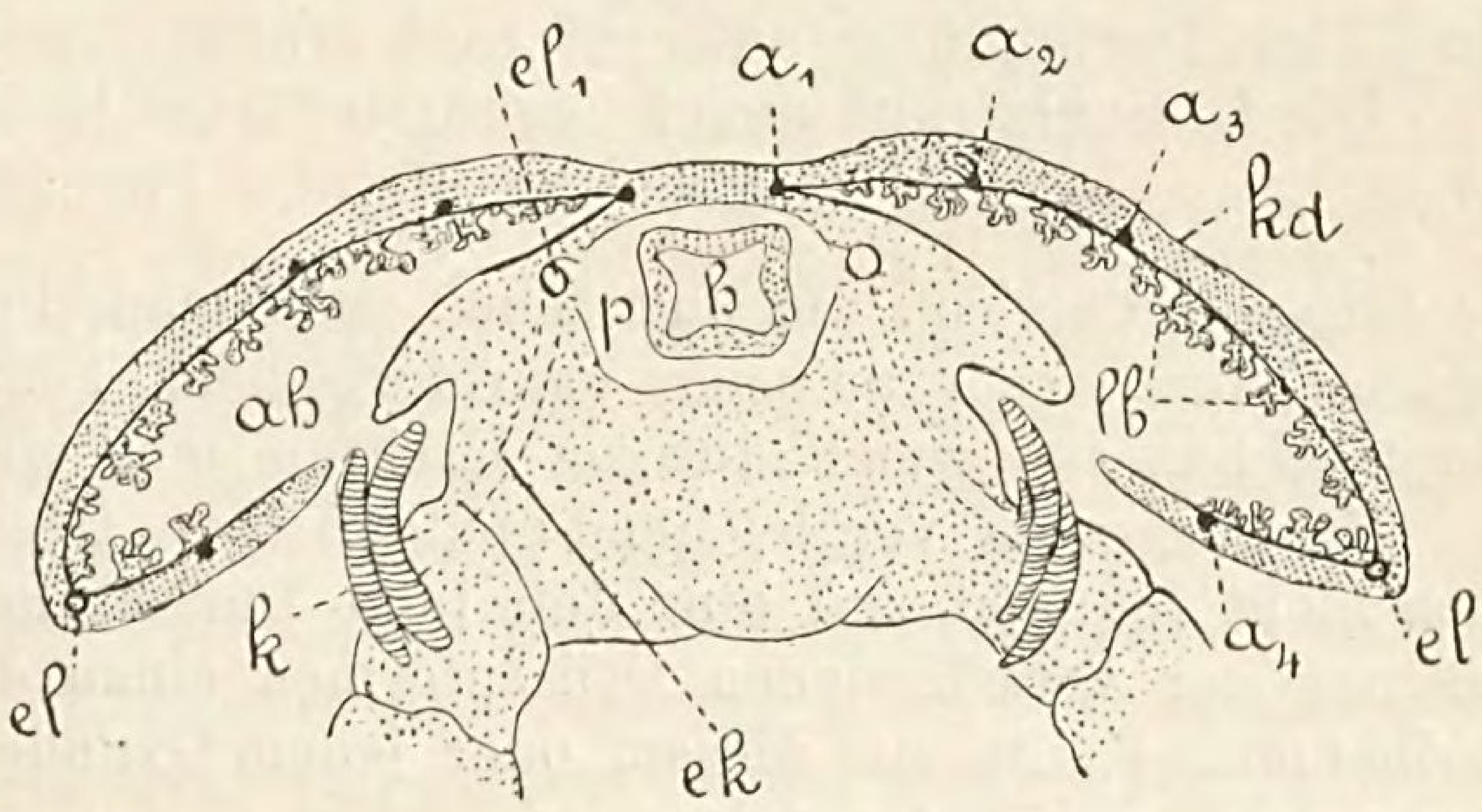


Fig. 229. *A* und *B* **Kiemen von Astacus fluviatilis.** Bei *A* Kiemendeckel entfernt. Man sieht die Kiemen in ihrer natürlichen Lage. Bei *B* sind die Podobranchien abgeschnitten und die äussern Arthrobranchien nach unten umgeschlagen. 2 × natürliche Grösse. a_1, a_2 1. und 2. Antenne, 3 Mandibel, *ep.* 5. Epipodit der 2. Maxille, 6 1. Kieferfuss, 7 2. Kieferfuss, 8 3. Kieferfuss, 9 Scheerenfuss (abgeschnitten), 10—13 die 4 folgenden Gehfüsse, pl_1 1. Pleopod, ab_1, ab_2 1. und 2. Abdominalsegment, *pdb* Podobranchien, *arb* innere, arb^1 äussere Arthrobranchien, *plb* Pleurobranchien; die beigefügten Zahlen bezeichnen die Gliedmaassen, zu denen die Kiemen gehören, in der Reihenfolge von vorn nach hinten, mit der vordern Antenne als No. 1 beginnend; *gh* Gelenkhaut zwischen Körperstamm und Basalglied des Protopoditen. (Nach Huxley.)

Während bei den übrigen Decapoden das Athemwasser durch die unteren Längsspalten in den Athemraum eintritt, ist der Ort des Ein- und Ausströmens bei den Brachyuren auf kleine Oeffnungen der Athemhöhle beschränkt, die eine verschiedene Lage haben können. Manche Brachyuren und Anomuren können längere oder kürzere Zeit oder fast ausschliesslich auf dem Lande in der Luft leben und zeigen verschiedenartige Einrichtungen, welche es ihnen ermöglichen, Wasser in der Athemhöhle zurückzubehalten oder das aus der Athemhöhle austretende Wasser wieder in dieselbe zurückzuleiten oder direkt Luft zu athmen. Es würde viel zu weit führen, alle diese Einrichtungen im Einzelnen zu besprechen. Ich will nur auf die Athmungsorgane von Birgus latro, eines in Erdlöchern lebenden Anomuren, aufmerksam machen (Fig. 230). Die Athemhöhle dieses Thieres zerfällt dadurch, dass sich der untere Rand des Kiemendeckels

Fig. 230. **Birgus latro. Schematischer Querschnitt in der Gegend des Herzens** (nach SEMPER). *kd* Kiemen- oder Lungendeckel, *h* Herz, *k* Kiemen, *ah* Athemhöhle, *p* Pericard, *ek* zum Herzen ableitende Kiemenblutkanäle, a_1, a_2, a_3, a_4 vom Herzen zuführende Lungen- oder Schalengefässe, *lb* Lungenbüschel, *el* zum Herzen ableitender Lungenblutkanal, el_1 derselbe nahe der Mündung in das Pericardium.



nach einwärts und etwas nach aufwärts krümmt, in eine obere ziemlich geschlossene und in eine untere ziemlich weit offene Abtheilung. In letzterer liegen die verkümmerten Kiemen. Die erstere enthält Luft und fungirt als Lunge. Die Haut der äusseren Decke (des „Kiemendeckels") dieser oberen Abtheilung trägt eine grosse Menge verästelter Büschel, welche in die mit Luft erfüllte Höhle vorragen und ein stark entwickeltes Maschenwerk von Gefässräumen enthalten. Ueber das specielle Verhalten des Gefässsystems zu den Athmungsorganen von Birgus vergleiche den Abschnitt über das Circulationssystem.

In welcher Weise bei den Krebsen das sauerstoffarme Blut aus dem Körper zu den Athmungsorganen und das sauerstoffreich gewordene Blut aus den Athmungsorganen in den Körper geführt wird, soll im Abschnitt über das Blutgefässsystem an einigen Beispielen erläutert werden.

II. Integument.

Die das Körperepithel darstellende Hypodermis sondert — und dies gilt für alle Arthropoden in noch höherem Maasse als für die Annulaten — eine chitinige, die ganze Oberfläche des Körpers und seiner Anhänge überziehende Cuticula ab, welche nicht nur zum Schutze des Körpers und seiner Weichtheile dient, sondern auch ein äusseres Skelet (Exoskelet) darstellt, das den sich von innen ansetzenden Muskeln die festen Anheftungspunkte gewährt. Die Beschaffenheit der Chitinhülle ist eine sehr verschiedene, einmal an verschiedenen Körper-

stellen eines und desselben Thieres und ein andermal bei den verschiedenen Abtheilungen der Krebse. Die Cuticula ist dünn, zart und biegsam an den Gelenken und an den respiratorischen Oberflächen. Bei den meisten Decapoden, Stomatopoden, vielen Amphipoden und Isopoden, und an den Schalenduplicaturen von Ostracoden und Cirripedien aber wird die meist recht dicke Chitincuticula durch Einlagerung von Kalksalzen (kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk) sehr hart und fest, bei gewissen Brachyuren, Cirripedien und Ostracoden sogar steinhart.

Die Beschaffenheit des Hautpanzers stellt dem Wachsthum des Körpers Hindernisse entgegen. Diese werden überwunden durch die Häutung. Unter dem alten Hautpanzer wird ein neuer gebildet, der anfangs zart, weich und dehnbar, nach Abwerfen des ersteren bald erhärtet. Die Metamorphose der Krebse findet unter mehrfach sich wiederholenden Häutungen statt. Bei der Häutung wird nicht nur die äussere Chitinhülle des Körpers, sondern auch die cuticulare Auskleidung des Darmkanals entfernt und erneuert.

Die Cuticula, auf deren sonstige Structur ich hier nicht näher eingehen kann, ist von senkrechten, feinen Porenkanälchen durchbohrt.

Hautdrüsen, die zum Theil, wie man durch Karminfütterung feststellen kann, sich an der exkretorischen Thätigkeit betheiligen, sind hauptsächlich bei weichhäutigen Krebsen sehr weit verbreitet.

Es wäre vom vergleichend-anatomischen Gesichtspunkte aus zur Zeit noch nicht lohnend, auf eine detaillirte Darstellung des Baues und der Verbreitung der verschiedenen Drüsenformen einzugehen. Doch mögen einige Vorkommnisse, die aus diesem oder jenem Grunde besonderes Interesse beanspruchen, erwähnt werden.

Die segmentalen Bauch- und Beindrüssen von Branchipus sind Gruppen von wenigen Hautdrüsenzellen, die sich an den Segmenten des Mittelleibs finden. In jedem Segment findet sich ein Paar Bauchdrüsen an der Aussenseite des Doppelganglions des Bauchmarks und ein Paar Beindrüsen im Basallappen der Beine. Die segmentale Wiederholung, der Charakter als Hautdrüsen, die Lage (im Bereiche der Beine) und die stäbchenförmigen Sekrete lassen die Vermuthung durchaus gerechtfertigt erscheinen, dass diese Drüsen den Spinn- und Borstendrüsen der Anneliden und den Coxaldrüsen der übrigen Arthropoden homolog sind.

An den Basalgliedern der 8 Brustfusspaare von Nebalia sind Hypodermisdrüsen nachgewiesen worden, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie exkretorische Funktionen ausüben. Sie erinnern der Lage nach an die Beindrüsen von Branchipus.

Ich citire hier noch die im Basalgliede gewisser Gliedmaassen von Phronimiden vorkommenden Hautdrüsen, ferner die zierlich gebauten Hautdrüsen in den Beinen der Corophiiden, die einzelligen, an verschiedenen Stellen des Körpers zerstreuten Hautdrüsen von Orchestia, die zerstreuten Hautdrüsen von Anisopoden (Tanais, Apseudes), die Handdrüsen von Caprelliden, die sogenannten Cementdrüsen weiblicher Decapoden, welche an der Bauchseite des Abdomens liegen und deren erhärtendes Sekret zur Befestigung der Eier dient.

Wahrscheinlich dient das (im Wasser erstarrende) Sekret der erwähnten Drüsen von Tanais und der Corophiiden durch Verkittung von Fremdpartikelchen zur Herstellung der Wohnröhren der Thiere.

Besonderes Interesse nehmen die unter der Chitincuticula des Körpers zerstreut liegenden ein- und mehrzelligen Hautdrüsen

der Corycaeiden (einer Copepodenfamilie) deshalb in Anspruch, weil man an ihnen die Verbindung der Drüsenzellen mit Nervenfasern äusserst leicht beobachten kann. Eine einzellige Hautdrüse mit ihrem cuticularen, durch einen Porus der Chitinhaut des Körpers nach aussen mündenden Ausführungsgang ist bei Corycaeiden gewöhnlich mit einer terminalen Ganglienzelle gepaart, welche unter einer Tastborste liegt. Der Nerv, der an das Zellenpaar herantritt, gabelt sich in 2 Fäden, von denen sich der eine mit der Drüsenzelle, der andere mit der Ganglienzelle verbindet.

III. Musculatur.

Ein zusammenhängender Hautmuskelschlauch, wie er im Allgemeinen für die Würmer charakteristisch ist und speciell auch noch bei den Annulaten vorkommt, fehlt den Crustaceen, wie den Arthropoden überhaupt. Die Entwickelung des cuticularen Hautüberzugs zu einem viel festeren Hautskelet oder Exoskelet ermöglicht eine grössere Localisation der Musculatur.

Wir dürfen annehmen, dass bei den homonom gegliederten Vorfahren der Krebse, von deren muthmaasslicher Organisation wir schon vielfach ein schematisches Bild entworfen haben, vier stark entwickelte Längsmuskeln den Körper durchzogen. Von diesen Muskeln waren zwei dorsal und zwei ventral zu beiden Seiten der Mittellinien gelegen. Sie waren der Gliederung des Körpers entsprechend gegliedert, so zwar, dass die einzelnen Muskelsegmente oder Myomeren intersegmental lagen, mit einem Ende sich an das Integument eines Segmentes, mit dem anderen am Integument des nächstfolgenden resp. nächstvorhergehenden Segmentes anheftend.

Die Annahme bietet keine Schwierigkeit, dass das dorsale und ventrale Paar von Längsmuskelzügen den ähnlich gelagerten 4 Massen von Längsmuskeln entsprechen, welche bei Polychaeten vorkommen. Ueber den Verbleib der Ringmusculatur der Annelliden lässt sich nichts Sicheres sagen. Vielleicht hat sie sich zum Theil in senkrecht auf die Längsrichtung verlaufenden Muskeln erhalten, welche sich einerseits am Integument des Körperstammes, andererseits im basalen Theile der Gliedmaassen anheften und zur Bewegung der letzteren dienen.

Wir können, wenn wir von der den inneren Organen eigenen Musculatur zunächst absehen, die gesammte Musculatur des Körpers in drei Hauptgruppen einordnen, als da sind: 1. die Musculatur des Körperstammes, 2. die Musculatur der Gliedmaassen und 3. die dem Körperstamm und den Gliedmaassen gemeinsame Musculatur.

Entsprechend der überaus verschiedenartigen Gestaltung und Gliederung des Körperstammes und der Gliedmaassen ist auch die Anordnung der Musculatur bei den verschiedenen Abtheilungen im Einzelnen so verschiedenartig, dass auf eine vergleichende Darstellung verzichtet werden muss. Wohl lässt sich aber das Princip erläutern, nach welchem die Muskeln nicht nur bei sämmtlichen Krebsen, sondern überhaupt bei allen Arthropoden angeordnet sind und ihre Funktionen ausüben. Man wird die Anordnung und Wirkungsweise der Arthropodenmuskeln verstehen, wenn man sich Klarheit darüber verschafft haben wird:

1) dass das passive Bewegungsorgan, das Skelet, bei den Arthropoden ein äusseres Hautskelet (Exoskelet) ist, welches an jedem Seg-

mente des Körperstammes und an jedem Gliede der Extremitäten ein Chitinrohr darstellt,

2) dass die Muskeln an der Innenseite des Skeletes liegen und sich von innen an dasselbe anheften,

3) dass die Muskeln intersegmental oder zwischen den aufeinanderfolgenden Gliedern ausgespannt sind,

4) dass die Chitinhaut an der Grenze zweier Segmente oder Glieder (am Gelenke) dünn und biegsam ist (Gelenkhaut),

5) dass das röhrenförmige Exoskelet von 2 benachbarten Segmenten oder Gliedern an je zwei quer gegenüberliegenden Stellen scharnier- oder angelartig verbunden ist.

Dieses gesagt, will ich die Anordnung und Wirkungsweise der Musculatur an einem Schema erläutern.

Fig. 231 zeigt uns 5 Segmente, ein grösseres *ct* und 4 kleinere, in vertikaler Projektion. Die festen und härteren Theile des Exoskelets sind durch starke Contouren angedeutet, die zarteren und biegsamen Gelenkhäute (*tg, sg*) durch punktirte Linien. Die Angelpunkte zwischen 2 aufeinanderfolgenden Skeletsegmenten sind mit *a* bezeichnet. Es findet sich jederseits ein solcher Angelpunkt; auf der Projektion fallen die einander rechts und links entsprechenden zusammen. Ein dorsaler Muskel *d* ist im grösseren Segment *ct* angeheftet, durchzieht die kleineren Segmente, um sich am dorsalen oder tergalen Skelet (*t*) eines jeden Segmentes mit einem Faserbündel anzuheften. Aehnlich verhält sich auf der ventralen oder sternalen Seite (*s*) ein Bauchmuskel (*v*).

Die Skeletsegmente sind zweiarmigen Hebeln zu vergleichen, deren Stützpunkte in den Angeln liegen. Contrahirt sich der dorsale Muskel, so zieht er die dorsalen Hebelarme (die tergalen Skelettheile) in der Richtung nach der Ansatzstelle im grösseren Segment; die tergalen Gelenkhäute falten sich, die ventralen werden ausgespannt, und die 4 Segmente krümmen sich in der Weise, wie es in Fig. 231 A dargestellt ist, nach oben.

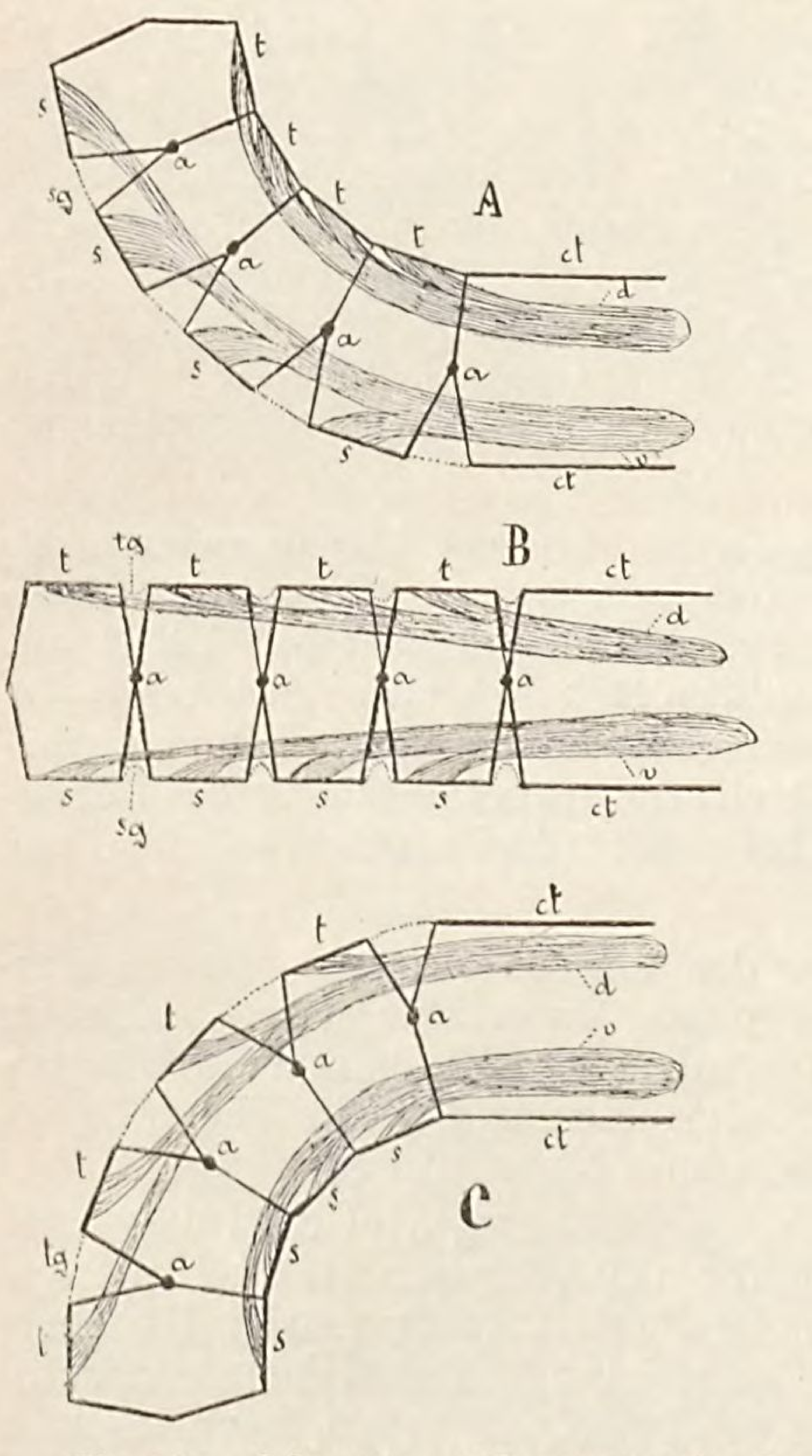


Fig. 231. **Schemata zur Demonstration des Bewegungsmechanismus des segmentirten Körperstammes bei Arthropoden.** Ein grösseres Segment (*ct*) und 4 kleinere. Das Exoskelet ist durch schwarze Linien, die Gelenkhäute durch punktirte Linien angedeutet. Die Angelpunkte zwischen 2 aufeinanderfolgenden Segmenten finden sich bei *a*. *t* tergales (dorsales) Skelet, *s* sternales (ventrales) Skelet, *d* dorsale Längsmuskeln (Strecker und Aufwärtsbeuger), *v* ventrale Längsmuskeln (Abwärtsbeuger). In ***B*** ist die Gliederreihe gestreckt, in ***A*** durch die Contraction der Muskeln *d* aufwärts gekrümmt, in ***C*** abwärts. *tg* tergale, *sg* sternale Gelenkhäute.

Contrahirt sich nun der ventrale Muskel, indem gleichzeitig der dorsale erschlafft, so wird die Segmentreihe nach unten gekrümmt (Fig. 231 C).

Es leuchtet ein, dass derselbe Nutzeffekt erzielt würde, wenn die dorsalen und ventralen Muskeln, anstatt insgesammt von den kleineren Segmenten zu dem grösseren hinzuziehen, von einem Segment nur zu dem nächstfolgenden verlaufen würden, wie wir es von der Stammform angenommen haben und wie dies auch bei manchen Krebsen (Branchipus, manchen Isopoden, Amphipoden u. s. w.) am Thorax und Abdomen der Fall ist. Bei der Contraction der dorsalen Myomeren würde sich dann ebenfalls die Segmentreihe dorsalwärts, bei der Contraction der ventralen ventralwärts krümmen.

In Wirklichkeit geschieht bei den Krebsen nur die ventrale Krümmung in ausgiebiger Weise, so dass die Rolle der im Allgemeinen schwächer entwickelten dorsalen Längsmuskeln mit der Streckung der Segmentreihe (des Körpers) ausgespielt ist.

Ich wende mich nun, um diese und andere Punkte noch besser zu beleuchten, zu einem concreten Falle, zur Bewegung des Abdomens des Flusskrebses (Fig. 232 u. 233). In der Ruhelage ist das Abdomen ziemlich gestreckt, ziemlich in der geraden hinteren Verlängerung des Cephalothorax gelegen. Jedes dorsale (tergale) Skeletsegment (Fig. 232 A, t, t_1, t_2) schiebt sich mit seinem vordersten etwas abgesetzten Theile (b—c, b_1—c_1) eine Strecke weit unter das Hinterende des vorhergehenden Skeletsegmentes und geht dann in die Gelenkhaut (c—a_1, c_1—a_2) über, die nach hinten und aussen umbiegend, sich mit dem Hinterrand des vorhergehenden Skeletsegmentes verbindet. Das ventrale Hartskelet besteht nur aus relativ schmalen, queren, segmentalen Streifen (d—e, d_1—e_1, d_2—e_2), die durch, im Ruhezustande ziemlich gestreckte, grosse intersegmentale Gelenkhäute (e—d_1, e_1—d_2) verbunden sind. Das tergale Muskelpaar (tm) heftet sich einerseits vorn an den Seitenwänden des Cephalothorax (dem grossen Segment unseres Schemas entsprechend), anderseits mit ebensoviel Bündelpaaren, als Abdominalsegmente vorhanden sind, an der Innenfläche des Tergalskeletes der Abdominalsegmente an.

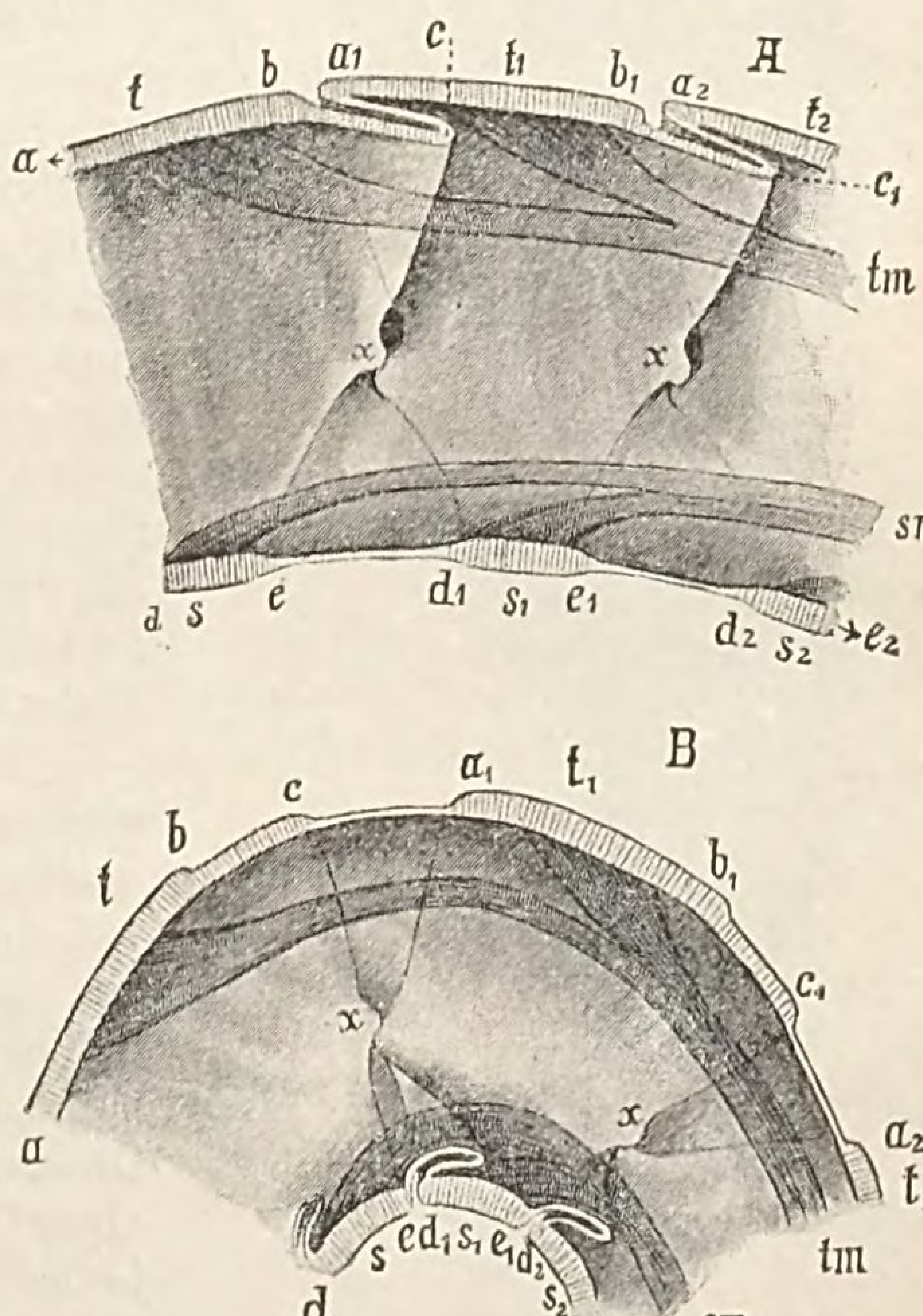


Fig. 232. **Bewegungsmechanismus von zwei Abdominalsegmenten des Flusskrebses,** schematisirt. t, t_1, t_2 tergales, s, s_1, s_2 sternales Exoskelet, x Angelpunkte, b—c, b_1—c_1 Gelenkfacetten, die sich beim Strecken der Segmentreihe unter a_1—b_1, a_2—b_2 verschieben; c—a_1, c_1—a_2, e—d_1, e_1—d_2 Gelenkhäute, tm tergaler, sm sternaler Längsmuskel. ***A*** Segmentreihe ziemlich gestreckt. ***B*** Segmentreihe durch Contraction des sternalen Längsmuskels ventralwärts gebeugt, tergale Gelenkhäute gestreckt.

Das ventrale oder sternale Muskelpaar (*sm*) heftet sich mit seinem vorderen Ende an der Ventralseite des Cephalothorax an, und zwar an einer Reihe von nach innen gerichteten Fortsätzen des Exoskeletes, welche, zum Theil durch Querbrücken verbunden, das thoracale Bauchmark und das Subneuralgefäss zwischen sich fassen. Anderseits setzt sich der sternale Längsmuskel an der Innenseite des sternalen Skeletes sämmtlicher Abdominalsegmente an. Die Fasern dieses Muskels sind ähnlich gedreht, wie die Stränge eines Seiles.

Die Stelle der Angeln zwischen den aufeinanderfolgenden Skeletsegmenten ist mit *x* bezeichnet.

Contrahirt sich das Sternal- oder Beugemuskelpaar, so krümmt sich unserem Schema entsprechend die Segmentreihe des Abdomens ventralwärts (Fig. 232 B), bis, wie dies beim Schwimmen geschieht, das Telson die Bauchseite des Cephalothorax berührt. Dabei falten sich die intersegmentalen, grossen sternalen Gelenkhäute des Abdomens, das ganze tergale Integument aber wird gestreckt, die tergalen Gelenkfacetten und Gelenkhäute werden unter den von ihnen bedeckten tergalen Skeletsegmenten nach hinten vorgeschoben und treten frei nach aussen zu Tage. Erschlafft nun der Sternalmuskel und contrahirt sich das Tergal- oder Streckmuskelpaar (Fig. 232 A, Fig. 233), so wird das Abdomen gestreckt, die tergalen Skeletsegmente treten wieder mit ihren Gelenkfacetten dachziegelförmig untereinander, die sternalen Gelenkhäute werden gestreckt. Eine dorsale Krümmung des Abdomens ist deshalb nicht möglich, weil erstens die sternalen Gelenkhäute eine weitere Streckung nicht erlauben, und zweitens, weil die tergalen Skeletsegmente nur bis an die hintere Grenze ihrer Gelenkfacetten untereinander geschoben werden können. Dies wird am besten durch die Abbildung (Fig. 232 A) erläutert.

Was nun die Bewegungen der Gliedmaassen anbetrifft, so ist ihr Mechanismus principiell derselbe wie für die Bewegungen des Stammes. Es leuchtet aber ein, dass, wenn die Angelpunkte an sämmtlichen Gliedern einer Gliedmaasse in zwei parallelen geraden Linien liegen würden, die Gliederreihe der Extremität sich nur in einer Ebene krümmen könnte, wie dies ja bei der Segmentreihe des Stammes der Fall ist. Nun sind aber die beiden Angelpunkte an den aufeinanderfolgenden

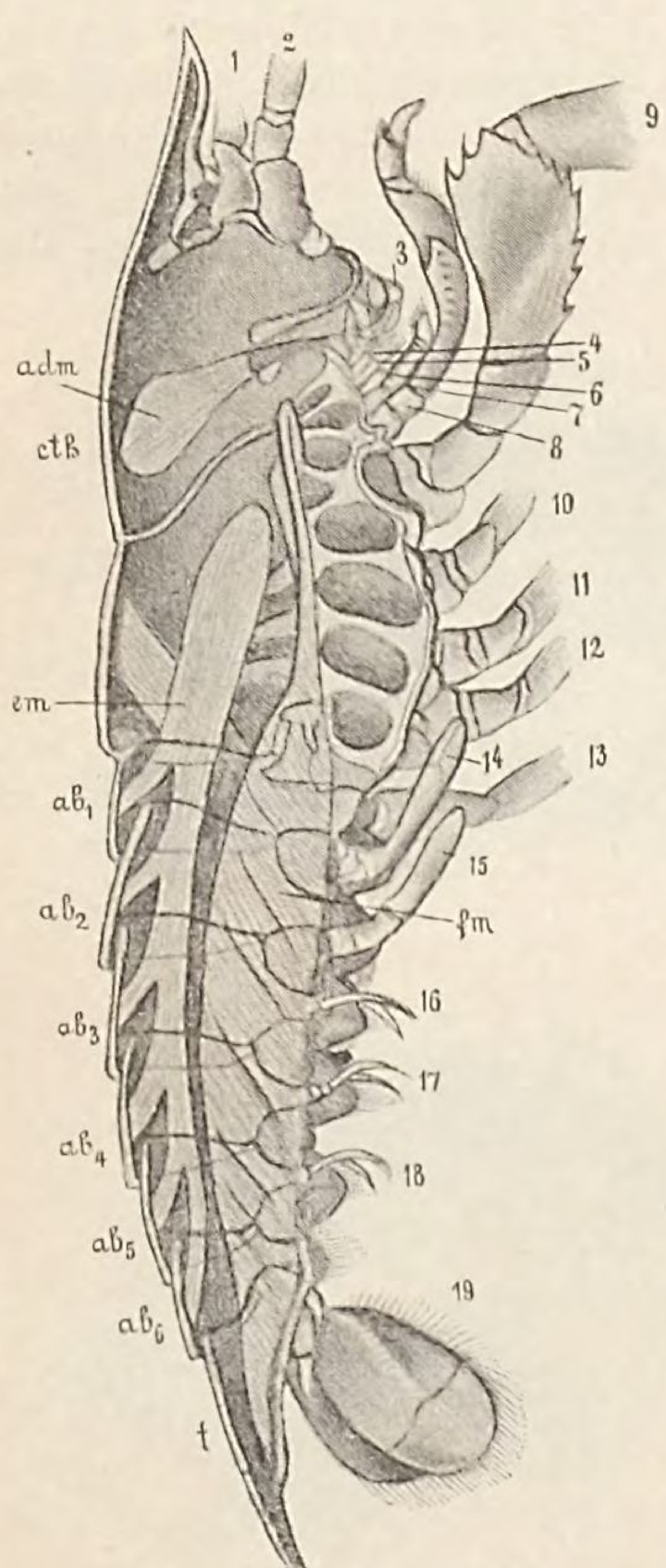


Fig. 233. **Astacus fluviatilis. Längsschnitt zur Darstellung der wichtigsten Musculatur und ihrer Beziehungen zum Hautskelet** (nach HUXLEY). *em* Extensor, *fm* Flexor des Abdomens, *adm* Adductor der Mandibeln, *cth* Cephalothorax, ab_1—ab_6 Abdominalsegmente, *t* Telson, 1—19 Gliedmaassen: 1—13 des Cephalothorax, 14—19 des Abdomens.

Gliedern sehr verschiedenartig gestellt, und dadurch wird eine viel freiere und vielseitigere Bewegung der Gliederreihe ermöglicht. Was das Verhältniss der Gliedmaassen zum Körperstamm anbetrifft, so ist dasselbe ebenfalls nach dem beleuchteten Princip geregelt. Das Exoskelet des Stammsegmentes verhält sich zu dem Exoskelet der Basalglieder der Gliedmaassen, die es trägt, wie ein grösseres Skeletglied einer Gliedmaasse zu einem kleineren.

Die Muskeln, die sich einerseits am Exoskelet der ersten Glieder der Extremitäten anheften, setzen sich anderseits mit Vorliebe an dem tergalen Skelet der betreffenden Stammessegmente an.

Ich will noch den Bewegungsmechanismus der sogenannten Scheere des Flusskrebses beschreiben (Fig. 234). Die Scheere wird von den beiden Endgliedern der Scheerenfüsse gebildet. Das vorletzte Glied ist in einen spitzen Fortsatz (*zf*) ausgezogen. Das letzte Glied (*eg*) articulirt in der gewohnten Weise auf 2 gegenüberliegenden Angeln mit dem vorletzten.

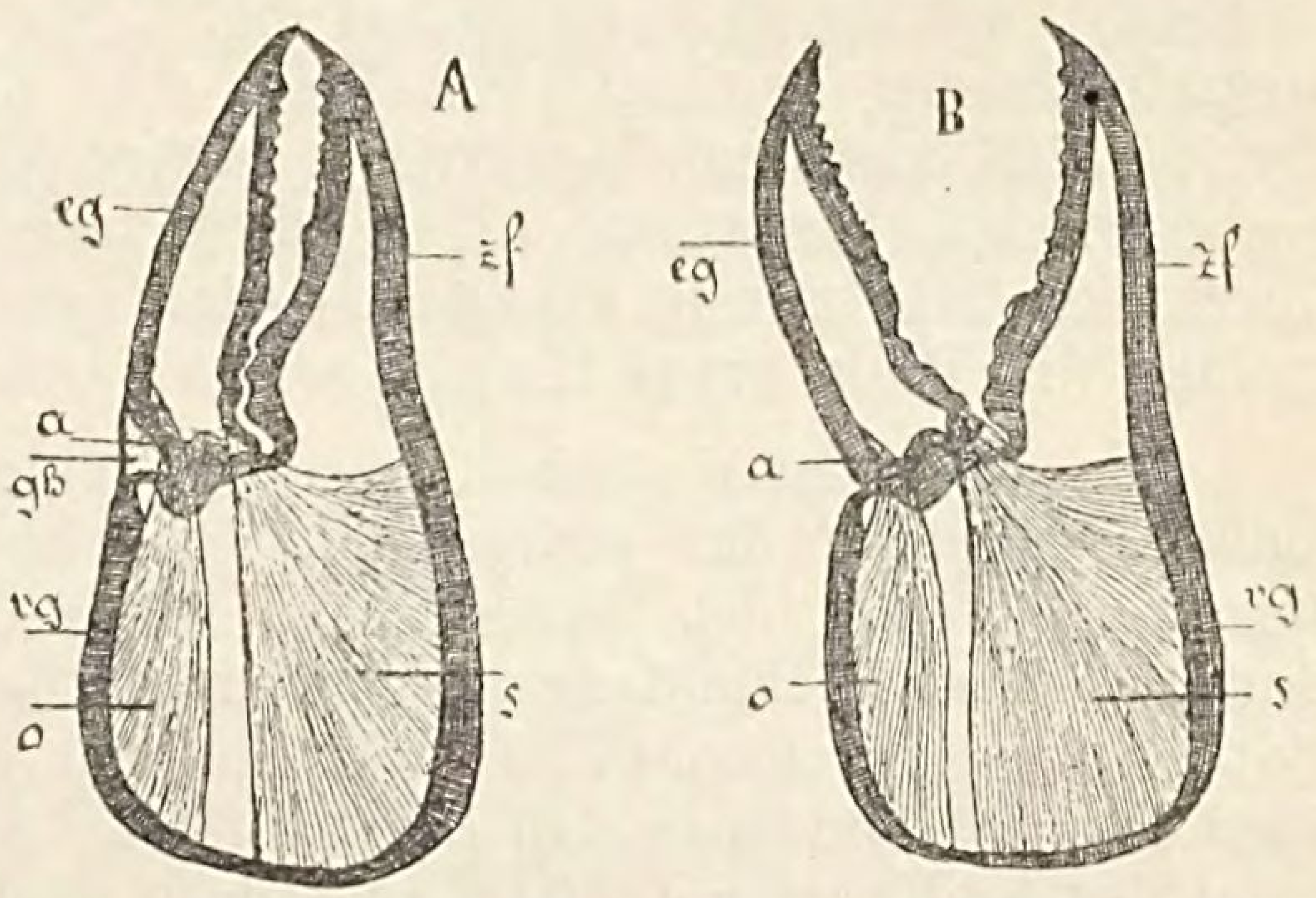


Fig. 234. **Scheere des grossen Scheerenfusses des Flusskrebses,** schematisch. ***A*** Die Scheere geschlossen; ***B*** dieselbe geöffnet. *eg* Endglied des Scheerenfusses, *vg* vorletztes Glied desselben mit dem Zangenfortsatz *zf*, *a* Angel, auf der sich das Endglied bewegt, *gh* Gelenkhaut, *o* Oeffnungsmuskel der Scheere (Abductor des Endgliedes), *s* Schliessmuskel der Scheere (Adductor des Endgliedes).

Rings um die Angeln sind die beiden Skeletglieder durch eine dünne und biegsame Gelenkhaut verbunden. Wiederum dienen 2 Muskeln in der durch die Abbildung illustrirten Weise zur Bewegung des Endgliedes auf dem vorletzten Gliede. Bei der Contraction des einen dreht sich das Endglied im Bogen vom Fortsatze des vorletzten Gliedes weg (Fig. 234 B): die Scheere öffnet sich. Contrahirt sich der viel stärkere, auf der anderen Seite der beiden Angeln gelegene Muskel, so dreht sich das Endglied gegen den Fortsatz des vorletzten Gliedes: die Scheere schliesst sich (A).

Die Muskeln der Krebse heften sich häufig durch sehnige, oft sogar chitinige Endstücke an das Exoskelet an. In letzterem Falle kann man von einem Endoskelet sprechen. Beide Einrichtungan dienen zur Vergrösserung der Anheftungsoberfläche der Muskeln.

Bei denjenigen Entomostraken, bei welchen die stark entwickelte Schalenduplicatur zweiklappig den ganzen Körper umschliesst (Ostracoden, Estheriden), findet sich ein kräftiger, die beiden Schalenklappen quer verbindender Schalenmuskel, welcher zum Verschluss der Schale dient. Ein solcher Schalenmuskel findet sich unter den Malacostraken auch noch bei den Leptostraken (Nebalia).

Die Körpermusculatur ist wie bei allen Arthropoden quergestreift.

IV. Der Darmkanal

der Crustaceen nimmt einen einfachen gestreckten Verlauf durch den Körper. Der Mund liegt auf der Ventralseite des Kopfes, begrenzt und überragt von einer Oberlippe und einer Unterlippe (Paragnathen) und umstellt von in den Dienst der Nahrungsaufnahme getretenen Gliedmaassen (Mandibeln, Maxillen, Kieferfüsse). Der After befindet sich am Endsegmente des Körpers. Der ontogenetischen Entstehung und dem Baue nach müssen wir wieder 3 gesondert zu besprechende Hauptabschnitte am Darmkanal unterscheiden, erstens den Vorderdarm, zweitens den Enddarm und drittens den die Verbindung zwischen beiden vermittelnden den Körper durchziehenden Mitteldarm. Vorderdarm und Enddarm, aus dem ectodermalen Stomodaeum und Proctodaeum der Larve oder des Embryo hervorgehend, besitzen an der inneren Oberfläche ihrer Epithelwand eine chitinige Cuticula (Intima), welche sich am Mund und After in das von der Hypodermis ausgeschiedene chitinige Exoskelet des Körpers fortsetzt. Nur das Epithel des aus dem Mesenteron hervorgehenden Mitteldarmes ist entodermalen Ursprungs. Der Mitteldarm ist bei fast allen Krebsen durch den Besitz von Divertikeln ausgezeichnet, welche im Allgemeinen die Rolle eines Hepatopancreas spielen.

Wie in anderen Abtheilungen des Thierreichs, so bedingt auch bei manchen Krebsen der weitgehende Parasitismus eine Verkümmerung des Darmkanals. Bei den parasitischen Cirripedien lassen sich verschiedene Stufen seiner Rückbildung bis zu dem Zustande der Rhizocephalen constatiren, wo ein Darmkanal nicht nur den erwachsenen Thieren, sondern auch den freischwimmenden Larven fehlt. Auch bei parasitischen Isopoden kann der Enddarm mit After, oder dazu noch ein grosser Theil des Mitteldarmes gänzlich in Wegfall kommen.

A) Der Vorderdarm.

Ein charakteristischer Unterschied im Verhalten des Vorderdarms besteht zwischen Entomostraken und Malacostraken. Bei den erstern stellt er eine einfache Speiseröhre (Oesophagus) dar, welche, zwischen den Schlundcommissuren hindurchtretend, dorsalwärts verläuft, um dann in den nach hinten verlaufenden Mitteldarm überzugehen. Bei den Malacostraken hingegen zerfällt er zum mindesten in zwei differente Abschnitte, den auf die Mundhöhle folgenden, aufsteigenden engeren Oesophagus und den erweiterten, im Kopfe gelegenen Kau- oder Vormagen, an den sich dann der Mitteldarm anschliesst. — Den Crustaceen scheinen im Allgemeinen besondere in den Oesophagus einmündende Speicheldrüsen zu fehlen (solche Drüsen sind nur beim Flusskrebs beobachtet worden), doch kommen sehr allgemein Drüsen vor, welche an der Oberlippe oder auch in der Mundhöhle und an den Maxillen ausmünden und meist als Speicheldrüsen bezeichnet werden. Sie gehören wahrscheinlich in die Kategorie der Beindrüsen und der übrigen Hautdrüsen.

Wenn wir zunächst von den speciellen Modificationen absehen, welche der Vorderdarm erleiden kann, so ist seine Structur im Wesentliche folgende. Seine Wand besteht aus einer Schicht von Hypodermiszellen, die einer äusseren, oft chitinigen Basalmembran aufsitzt und

innen, wie die Hypodermis der Haut, eine chitinige Cuticula (Intima) ausscheidet. Der Vorderdarm wird von ringförmigen Muskelreifen umspannt, die zu seiner Verengerung dienen, während seine Erweiterung und andere Bewegungen, die er ausführt, durch meist paarige Muskelgruppen, die sich einerseits an die Darmwand, anderseits an Theile des benachbarten Integumentes ansetzen, bewirkt werden.

Die Hypodermis des Oesophagus ist oft schwer nachweisbar.

Entomostraken. Häufig springt das Ende des Oesophagus zapfenförmig oder trichterförmig in den Anfangstheil des Mitteldarms vor, ähnlich etwa, wie der Uterus der Säugethiere in die Vagina. Dieser Vorsprung, bei Branchipus zweilappig und mit kleinen Cuticularpapillen besetzt, dürfte dem Kaumagen der Malacostraken entsprechen.

Die Intima des Oesophagus ist meist der Länge nach gefaltet, was eine beträchtliche Erweiterung dieses Darmabschnittes ermöglicht.

Bei Ostracoden kann sich der Oesophagus vor dem Uebergang in den Mitteldarm zu einem sogenannten Kropfmagen erweitern.

Bei Leptodora (Daphnide) hat man am Vorderdarm 2 Abschnitte unterschieden, einen aufsteigenden Pharynx und einen auffallend weit nach hinten verlaufenden Oesophagus. Dieser letztere dürfte indessen vielleicht dem Mitteldarm angehören.

Malacostraken. Für die zu dieser zweiten Hauptabtheilung gehörenden Krebse ist der Besitz eines Kau- oder Vormagens charakteristisch. Er tritt schon bei den Leptostraken auf, wenn auch in etwas einfacherer Form als bei den übrigen Malacostraken. Der Kaumagen ist ein geräumiger Sack von verschiedener Gestalt. Er ist hauptsächlich dadurch ausgezeichnet, dass seine Wand in seine Höhle in Form bestimmt angeordneter Falten, Leisten, Klappen, Platten, Lamellen und anderer Erhabenheiten vorspringt, an denen die chitinige Intima besonders stark und fest entwickelt ist und ein sehr complicirtes Chitingerüst darstellt. Die specielle Form des Kaumagens mit seinen Vorsprüngen, Taschen u. s. w. und seinem Chitingerüst ist systematisch ausserordentlich wichtig. Eine eingehendere Darstellung würde aber viel zu viel Raum in Anspruch nehmen. Meist zerfällt der Kaumagen durch eine Einschnürung in zwei Abtheilungen, eine vordere Cardiacalabtheilung, in welche der Oesophagus einmündet, und eine hintere Pyloricalabtheilung, welche sich in den Mitteldarm öffnet. In der vorderen Abtheilung wird die schon durch die Mundgliedmaassen zerstückelte Nahrung durch das Kaugerüst noch weiter verkleinert, zerrieben, zermalmt, in der hinteren Abtheilung, in welche das Sekret der Mitteldarmdrüse hineintritt, geschieht vornehmlich die Verdauung. Die specielle Gestaltung der Wand mit ihrem Chitingerüste dient hier hauptsächlich dazu, einerseits einen zu raschen Uebertritt der Nahrung in den Mitteldarm, anderseits einen Rücktritt des Darminhalts in den Kaumagen zu verhindern.

Die Theile des Kaugerüstes werden durch zweckmässig angeordnete Muskeln bewegt, die sich an das benachbarte Integument ansetzen.

Bei manchen parasitischen Isopoden, die flüssige Nahrung saugend aufnehmen, ist der Kaumagen bedeutend vereinfacht.

Ueber den Darm der Entonisciden siehe die Bemerkungen am Ende des Abschnittes über den Darmkanal p. 350.

Bei den Decapoden finden sich in der vorderen Wand der Cardiacalabtheilung des Kaumagens zwei Concretionen, die vorwiegend aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehen; es sind dies die sogenannten Krebsaugen oder Gastrolithen. Sie entwickeln sich (beim Flusskrebs) im Sommer und sind am grössten im Spätsommer vor der Häutung. Bei der Häutung gelangen sie in den Hohlraum des Kaumagens, werden hier zermalmt, zerrieben, dann aufgelöst und resorbirt. Höchst wahrscheinlich liefern sie das Kalkmaterial, welches nach der Häutung das Hautskelet wieder consolidirt.

Die ganze Intima des Vorderdarms mitsammt dem complicirten Chitingerüst des Kaumagens wird bei der Häutung entfernt, durch den Mund erbrochen.

B) Der Mitteldarm

stellt den entodermalen Theil des Darmkanals dar und sein Epithel lässt den entodermalen Ursprung auch beim erwachsenen Thier deutlich erkennen, indem es eine andere Beschaffenheit hat als das ectodermale Epithel des Vorder- und Enddarmes. Im Gegensatz zu diesen beiden Darmabschnitten kommt es am Mitteldarm nicht zur Bildung einer der äusseren Chitincuticula des Körpers entsprechenden chitinigen Intima. Der Mitteldarm ist fast immer (durch Einschnürungen oder Klappenvorrichtungen) vom Vorder- und Hinterdarm deutlich abgesetzt. Ausserdem wird sein vorderes und bisweilen auch sein hinteres Ende durch die Einmündungen drüsiger Divertikel markirt, welche Ausstülpungen seiner Wand darstellen. Diese drüsigen Divertikel, unter denen das Hepatopancreas der höheren Malacostraken die grösste Entfaltung zeigt, will ich unter dem Namen der Mitteldarmdivertikel zusammenfassen. Die Gestalt und die Ausdehnung des Mitteldarmes sind sehr verschieden. Während er bei den Entomostraken und noch bei vielen Malacostraken den weitaus grössten Theil des Darm-

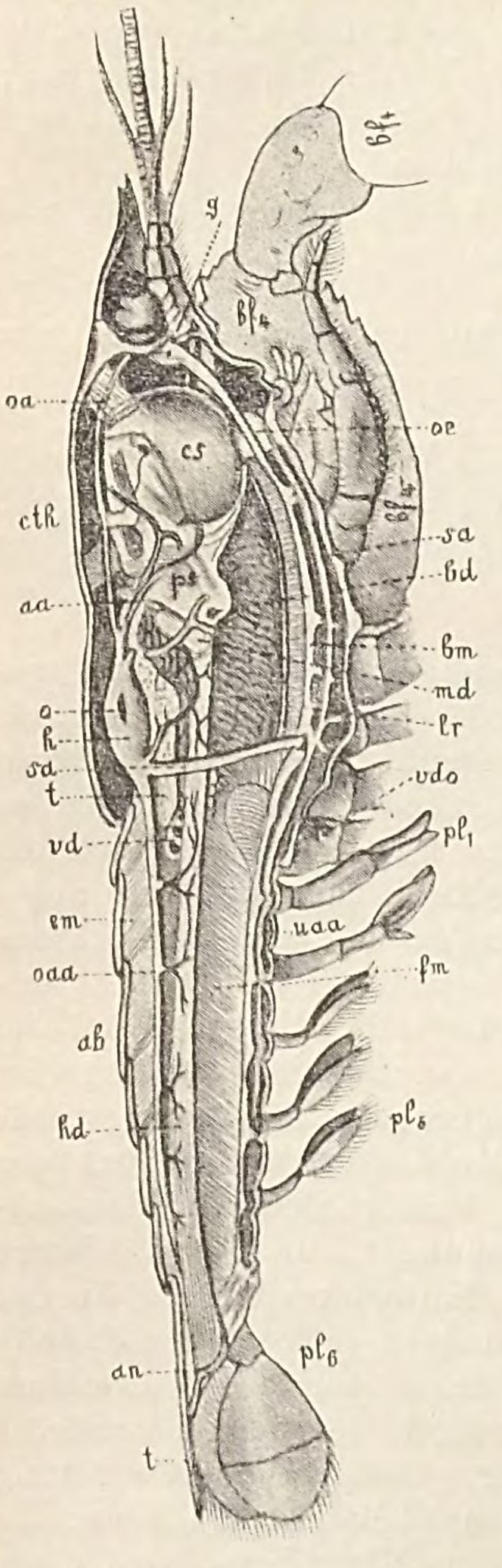


Fig. 235. **Astacus fluviatilis, medianer Durchschnitt des Körpers, von der rechten Seite gesehen.** Die Brustfüsse und Antennen der linken Seite sind unvollständig gezeichnet (nach Huxley). *oa* Augenarterie (Aorta cephalica), *aa* Antennenarterie, *cth* Cephalothorax, *o* seitliches Ostium des Herzens, *h* Herz, *sa* Sternalarterie, *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *em* Streckmuskeln des Abdomens, *oaa* obere Abdominalarterie (Arteria abdominalis), *ab* Abdomen, *hd* Hinterdarm, *an* Anus, *t* Telson, *g* Gehirn (oberes Schlundganglion), bf_4 4. Brustfuss (Scheerenfuss), *oe* Oesophagus, *cs* Cardiacaltheil des Magens, *ps* Pylorustheil des Magens, *bd* rechte Mündung des Hepatopancreas in den Magen, *bm* Bauchmark, *md* Mitteldarm, *lr* Leber (Hepatopancreas), *vdo* männliche Geschlechtsöffnung, pl_1, pl_5, pl_6 1., 5. und 6. Pleopod, *uaa* untere Abdominalarterie, *fm* Beugemuskeln des Abdomens.

rohres darstellt, der den Körper vom Kopf bis gegen das hinterste Leibesende durchzieht, ist er bei manchen Malacostraken (wenigstens bei den Decapoden, Isopoden und wahrscheinlich auch bei den Anisopoden) als besonderer Abschnitt des Darmrohres fast ganz weggefallen. Er ist hier gleichsam völlig in die Bildung seiner stark entwickelten Drüsendivertikel, der Hepatopancreasschläuche, aufgegangen. In diesen Fällen stellt der weitaus grösste, vom Kaumagen bis zum hintersten Leibesende den Körper durchsetzende Theil des Darmrohres den aus dem ectodermalen Proctodaeum hervorgehenden Enddarm dar.

Während die Thatsache, dass bei Isopoden und den Decapoden das ganze Darmrohr, mit Ausnahme der Einmündungsstelle des Hepatopancreas, aus dem embryonalen oder larvalen Stomo- und Proctodaeum hervorgeht, auch ontogenetisch festgestellt ist, sind bei den übrigen Malacostraken ontogenetische Untersuchungen über die Grenze zwischen Mittel- und Enddarm erst noch anzustellen. Bis jetzt hat man auf die Ausdehnung des Enddarmes ausschliesslich auf Grund der Ausdehnung der chitinigen Cuticula im Darmrohr geschlossen.

Die Wandung des Mitteldarms und der Mitteldarmdivertikel zeigt im Grossen und Ganzen denselben Aufbau. Das deutliche Epithel sitzt einer Basalmembran auf und zeigt mitunter an seiner dem Lumen des Darmes zugekehrten Oberfläche einen (nicht chitinigen) cuticularen Grenzsaum. Auf der Aussenseite der Basalmembran wird der Mitteldarm und seine Divertikel umspannt von reifenförmigen, sich regelmässig wiederholenden, selten quergestreiften Ringmuskeln. Längsmuskeln kommen seltener und dann nur spärlich vor. Sie liegen an der Innenseite der Ringmuskeln. Im Leben beobachtet man nicht nur am Mitteldarm, sondern auch an seinen Divertikeln oft sehr energische und rhythmische Contractionswellen, die hauptsächlich bei kleineren, eines Herzens entbehrenden Entomostraken nebenbei noch eine Art Circulation der Hämolymphe im Lacunensystem des Körpers hervorrufen.

Der Mitteldarm der Entomostraken.

Er zerfällt meist in einen vorderen, erweiterten Abschnitt (Magen, Chylusmagen, Magendarm) und in einen hinteren, engern Abschnitt, den ich als Dünndarm bezeichnen möchte. In den erstern münden die sehr allgemein verbreiteten Mitteldarmdivertikel, die gewöhnlich in einem Paare vorhanden sind.

Im Einzelnen bieten die Mitteldarmdivertikel der Entomostraken ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Die beiden Divertikel der Branchiopoden sind selbst wieder ausgebuchtet. Ihre Grössenverhältnisse sind sehr wechselnd. Bei Apus tragen sie Seitenzweige, die mit zahlreichen Drüsenläppchen besetzt sind. Bei den Cladoceren (Fig. 193, pag. 293) findet man gewöhnlich zwei kurze, nach vorn gerichtete, als Leberhörnchen bezeichnete Divertikel. Bei den Ostracoden sind die beiden Divertikel so lang, dass sie häufig jederseits in die Schalenduplicatur hineinragen. Mitteldarmdivertikel fehlen manchen Copepoden, bei anderen sind sie vorhanden, entweder paarig oder unpaar, einfach oder durch die Ausbildung von Nebensäckchen complicirt. Das Verhalten der beiden Mitteldarmdivertikel der scheibenförmig plattgedrückten Branchiuren (Argulus) (Fig. 196, pag. 295) erinnert an dasjenige mancher Branchiopoden. Jedes der beiden Divertikel theilt sich zunächst in einen vorderen und in einen hinteren Ast, die sich selbst

wieder verzweigen und deren Zweige bis an die Seitenränder des Cephalothorax vordringen. In den meist der Länge nach stark gefalteten Magen der nicht parasitischen Cirripedien münden ebenfalls nicht selten Divertikel ein; 8 Divertikel besitzt Balanus, sie können verästelt sein (B. perforatus).

Die Mitteldarmdivertikel der Malacostraken.

Unter diesen will ich zunächst die am Vorderende und die am Hinterende des Mitteldarmes einmündenden Divertikel unterscheiden. Die ersteren sind allgemein verbreitet. Sie entsprechen den Mitteldarmdivertikeln der Entomostraken und werden gewöhnlich als Leber bezeichnet. Mit Hinblick auf ihre physiologische Leistung aber würde der Name Hepatopancreas passender sein.

Bei den Leptostraken finden wir 4 Paar Leberschläuche, von denen 3 Paare, ein oberes, ein seitliches und ein unteres, sehr langgestreckt sind und dem Mitteldarm entlang bis weit in das Abdomen hineinreichen. Das 4. kürzere Paar erstreckt sich bis in den Vorderkopf. Jederseits treten die Schläuche zu einem kurzen, weiten Sinus zusammen, der mit dem der anderen Seite vereinigt durch eine gemeinsame Oeffnung am hinteren ventralen Ende des Kaumagens in den Darm mündet.

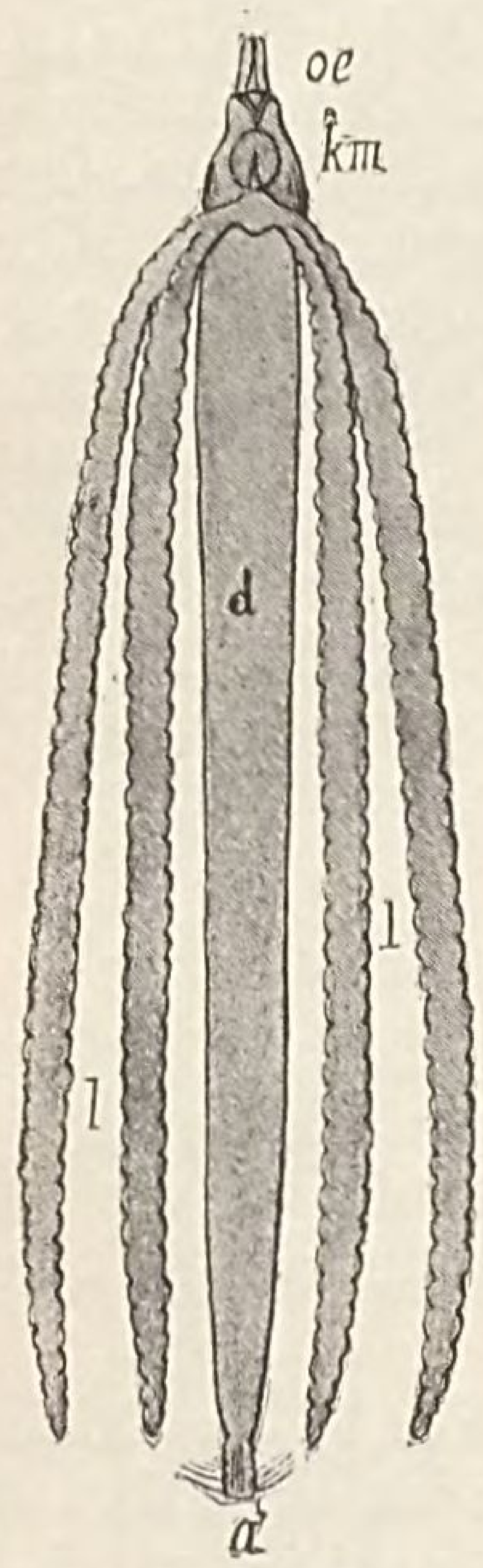


Fig. 236. **Darmkanal von Asellus aquaticus** (nach O. Sars). *oe* Oesophagus, *km* Kaumagen, *d* Mitteldarm, *a* Afterdarm (Mastdarm), *l* Leberschläuche (Hepatopancreas).

Auch bei den Arthrostraca finden sich 1—3 Paare in den bisweilen erweiterten und den Kaumagen zum Theil umfassenden Anfangstheil des Mitteldarmes einmündende Divertikel. Unter diesen sind es häufig ganz besonders 2 (bei den normalen Amphipoden 4) dem Darm entlang nach hinten verlaufende Schläuche, welche ihrer Funktion und der Structur ihres Epithels nach den Namen eines Hepatopancreas verdienen.

Aehnlich wie die Leptostraken und Arthrostraken verhalten sich mit Bezug auf die Mitteldarmdrüsen die Schizopoden, die Cumaceen und die Larven der Decapoden. Sie sind durch 3 Paar gestreckte, in den vordersten Theil des Mitteldarmes mündende „Leberschläuche" ausgezeichnet. Bei den Stomatopoden finden sich, auf die ganze Länge des Mitteldarmes vertheilt, 10 Paar büschelförmig verästelter „Leberschläuche". Die erwachsenen Decapoden sind durch den Besitz einer paarigen Leber (Hepatopancreas) ausgezeichnet, welche rechts und links in das hintere und untere Ende des Kaumagens einmündet. Durch sehr starke Verästelung gewinnt die Leber den Charakter einer sehr umfangreichen, einen grossen Theil des Cephalothorax ausfüllenden, tubulären Drüse, welche jederseits in 3 Lappen, einen vorderen, einen seitlichen und einen hinteren, zerfällt.

Wenn wir von den das Epithel der Malacostrakenleber zusammensetzenden Zellen nur die extremen Formen berücksichtigen, so können wir

2 Zellarten unterscheiden, erstens Fermentzellen, deren verschiedenartige, bald flüssige, bald feste, bald farblose, bald gefärbte Sekrete Fibrin verdauen, zweitens Leberzellen, deren fettartige Sekrete einen mit dem Gallenpigment der Wirbelthiere verwandten Farbstoff enthalten. Diesem Befunde zu Folge dürfen wir die erwähnte Mitteldarmdrüse nicht schlechthin als Leber, sondern besser als Hepatopancreas bezeichnen. Eine scharfe Unterscheidung der Zellen in Fermentzellen und Leberzellen lässt sich übrigens nicht durchführen; es kommen vielfache Zwischenformen vor.

Was die in das hinterste Ende des Mitteldarms einmündenden drüsigen Blindschläuche anbetrifft, so finden sie sich bei Amphipoden, und zwar bei den Caprelliden und Crevettinen. Sie sind mit Ausnahme von Melita, welche nur einen solchen Drüsenschlauch besitzt, in einem Paar vorhanden. Funktionell werden sie (bei Crevettinen) als Harndrüsen aufgefasst. Morphologisch lassen sie sich deshalb nicht mit den Malpighi'schen Gefässen der Tracheaten vergleichen, weil sie nicht wie diese dem Enddarm, sondern dem Mitteldarm angehören

Im hinteren Theile des Mitteldarmes von Nebalia findet sich an der Innenseite der dorsalen Darmwand eine longitudinale Rinne, welche sich am Ende des Mitteldarmes in einen Blindsack fortsetzt, der nach hinten in das Aftersegment eintritt, um mit 2 seitlichen Vorstülpungen zu endigen.

C) Der Enddarm.

Der Enddarm ist bei den Krebsen im Allgemeinen kurz und auf das oder die Endsegmente des Körpers beschränkt. Sein Epithel ist innen von einer oft recht kräftigen, chitinigen Intima überzogen. Seine Wand ist fast immer mit wohl entwickelten, reifenartigen Ringmuskeln ausgestattet. Besondere Muskeln oder Muskelgruppen (Dilatatoren) sind zwischen Enddarm und dem benachbarten Integument ausgespannt und bewirken bei ihrer Contraction eine Erweiterung des Enddarmes. Wo, wie bei den Isopoden, Anisopoden und Decapoden, der Enddarm sehr lang ist und die Stelle des Dünndarmes der übrigen Krebse vertritt, finden sich diese Dilatatoren nur am hinteren, differenten, als Afterdarm zu bezeichnenden Abschnitt des Enddarmes.

Unter den Amphipoden besitzt Orchestia einen für diese Gruppe auffallend langen Enddarm, der nach vorn bis in das 7. Abdominalsegment hineinreicht.

Der After liegt bei den Entomostraken dorsal, bei den Malacostraken ventral am Endsegment.

Besondere in den Enddarm einmündende Drüsen oder Divertikel fehlen den Krebsen.

Nur bei den Lynceiden unter den Cladoceren findet sich am Enddarm ventralwärts ein drüsiger, contractiler Blindsack, der sich bei Pleuroxus in einen langen, wurmförmigen, um den Darm gewundenen Anhang verlängert.

Bei den Stomatopoden sollen 2 Drüsensäckchen in den Afterdarm münden. Dieselben dürften, da andere Exkretionsorgane beim erwachsenen Thiere fehlen, exkretorische Funktionen haben.

Es ist indessen noch nicht sicher erwiesen, dass die hier erwähnten Drüsenschläuche der Lynceiden und Stomatopoden wirklich zum Enddarm, und nicht vielmehr zum Endabschnitt des Mitteldarms gehören.

Bei der durch die Contraction der Dilatatoren des Enddarms bewirkten Erweiterung desselben wird Wasser durch den After in ihn aufgesaugt und bei der nachfolgenden Contraction vermengt mit Faecalmassen wieder ausgestossen. Man hat die noch nicht genügend begründete Ansicht ausgesprochen, dass diese Saugbewegungen wenigstens bei gewissen Entomostraken (Phyllopoden) auf eine respiratorische Funktion des Enddarmes hinweisen.

Die chitinige Intima des Enddarmes wird bei der Häutung durch den After ausgeworfen.

Die eigenthümliche Umgestaltung, welche der Darmkanal bei dem Weibchen vieler parasitischen Isopoden erleidet, soll hier nur am Beispiele eines Entonisciden, Portunion maenadis, kurz erörtert werden. Der enge Oesophagus führt in einen grossen, aus zwei seitlichen Taschen bestehenden Sack, dessen Innenwand in Form zahlreicher langer Zotten mit chitiniger Intima in das Lumen vorspringt. In diesem Abschnitt des Darmes, den man als Cephalogaster bezeichnet hat, geschieht die Resorption der Nahrung. Der Cephalogaster setzt sich nach hinten in einen zweiten Abschnitt, die Typhlosolis, fort, dessen dorsalwärts stark verdickte Wandung so in das Lumen vorspringt, dass dieses auf einem Querschnitt die Form eines Halbmondes mit nach oben gerichteter Concavität annimmt. Eine starke Cuticula kleidet innen die Typhlosolis aus und trägt dicht gestellte, lange und feste Haare, welche von den gegenüberliegenden Wänden her so zwischen einander hineinragen, dass ein feiner Reusenapparat gebildet wird, welcher nur flüssigen Stoffen den Durchtritt gestattet. Auf die Typhlosolis, welche durch ein Paar starker Muskeln an der Leibeswand befestigt ist, folgt ein dritter, äusserst musculöser Abschnitt, welcher als RATHKE'sches Organ bezeichnet wird, und welcher energische rhythmische Contractionen ausführt. Ein kleiner, schlauchförmiger, blindgeschlossener letzter Abschnitt, der wohl allein den Mitteldarm repräsentirt, nimmt die Ausführungsgänge zweier grosser contractiler Leberschläuche auf. Ein Enddarm und After fehlt. Der ganze Darm erstreckt sich nur bis in das 3. Thoracalsegment. Portunion maenadis saugt das Blut seines Wirthes Carcinus. Diesem Sauggeschäft erscheint der eigenthümliche Bau des Darmkanals, an welchem das RATHKE'sche Organ und der Cephalogaster sich abwechselnd contrahiren und ausdehnen, angepasst.

Der Darmkanal der winzigen, am Körper des Weibchens lebenden Männchen von Portunion zeigt jene eigenthümliche Umgestaltung nicht, welche er beim Weibchen erlitten hat. Er ist gestreckt, besitzt zwei Leberschläuche, einen Enddarm und einen After.

V. Nervensystem.

Das Nervensystem der Krebse ist ganz nach dem Typus desjenigen der Annulaten gebaut und muss von diesem abgeleitet werden. Die Resultate der vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Forschung geben uns die Berechtigung, folgende schematische Darstellung seines allgemeinen Aufbaues und ursprünglichen Beschaffenheit zu entwerfen, die sich an das Schema der allgemeinen Körpergliederung anschliesst. Im vordersten Segment des Körpers (Kopfsegment) liegt vor und über dem Schlund das aus zwei symmetrischen Seitenhälften bestehende Gehirn (oberes Schlundganglion), welches Nerven an das un-

paare Auge, die vorderen Antennen und die frontalen Sinnesorgane (siehe unten) abgiebt. Alle übrigen Segmente des Körpers besitzen je zwei einander in der ventralen Mittellinie sehr genäherte Ganglien (je ein Doppelganglion). Die beiden Ganglien eines jeden Segmentes (die beiden symmetrischen Hälften eines jedes Doppelganglions) sind mit einander durch eine Quercommissur und mit den entsprechenden Ganglien des nächstfolgenden und nächstvorhergehenden Segmentes durch eine Längscommissur verbunden. Die beiden vordersten Längscommissuren, welche das Doppelganglion des 2. Segmentes mit dem Gehirn verbinden, umfassen den Schlund. Es sind die Schlundcommissuren. Das gesammte Centralnervensystem besteht also, wie bei den Annulaten, aus dem Gehirn und dem gegliederten Bauchmark (Bauchganglienkette), dessen Gliederung der Gliederung des Körperstammes entspricht. — Von jedem Doppelganglion des Bauchmarkes gehen Nerven an die Stammesmusculatur des betreffenden Segmentes und an die Musculatur des Gliedmaassenpaares ab, mit welchem das Segment ausgestattet ist. Es wäre also vorhanden: ein Doppelganglion für das 2. Antennenpaar (im 2. Segment), ein ebensolches für die beiden Mandibeln (im 3. Segment), zwei Ganglienpaare für das vordere und hintere Maxillenpaar (im 4. und 5. Segment) und so fort, je ein Ganglienpaar in jedem folgenden Segment für das betreffende Gliedmaassenpaar.

Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die Annahme eines besonderen Ganglions für die hinteren Antennen noch nicht ganz sicher begründet ist. Es wäre dieses Ganglion dem unteren Schlundganglion und das ihm entsprechende Segment dem ersten Rumpfsegment der Annulaten zu vergleichen. Bei den meisten Krebsen entspringen aber die Nerven für die hinteren Antennen nicht aus distinkten Ganglien, sondern von den Schlundcommissuren; ihre Ursprungsstellen sind sogar bei den höheren Krebsen bis an das Gehirn herangerückt. Doch sprechen manche gewichtige Gründe, die nachher angeführt werden sollen, zu Gunsten der Annahme eines ursprünglich distinkten Ganglienpaares und eines besondern Segmentes der hinteren Antennen.

Die zum Theil sehr wichtigen und auffallenden Abweichungen von dem Schema des Krebsnervensystems, welche wir bei den verschiedenen Abtheilungen der Crustaceen antreffen können, lassen sich auf folgende Faktoren zurückführen.

1. Fortschreitende Annäherung der beiden Ganglien eines Doppelganglions durch Verkürzung der sie verbindenden Quercommissur und schliessliche Verschmelzung derselben zu einem Ganglion, das dann häufig noch äusserlich, immer aber im feineren Bau die Zusammensetzung aus zwei seitlichen Ganglien erkennen lässt.

2. Annäherung und Aneinanderlagerung der die aufeinanderfolgenden Ganglien verbindenden Längscommissuren.

3. Annäherung und Aneinanderlagerung aufeinanderfolgender Ganglien unter Verkürzung der Längscommissuren. Diese kann bis zur Verschmelzung aufeinanderfolgender Ganglien zu einer Ganglienmasse führen, an der die ursprüngliche Zusammensetzung aus mehreren Ganglien bald deutlich, bald gar nicht oder nur sehr undeutlich zu erkennen ist.

4. Verlagerungen und Verschiebungen von Ganglien in der Längsrichtung des Körpers, gewöhnlich in der Richtung von

hinten nach vorn. Es können Ganglien aus ihren Segmenten in andere Segmente verlagert sein.

5. Verschiebungen der Stellen, an welchen Nerven aus dem Bauchmarke austreten. Diese Verschiebungen betreffen indessen wahrscheinlich nie den letzten Ursprung der Nerven in den Centren des Nervensystems.

6. Gänzlicher Ausfall von Ganglien. Ein solcher dürfte mit Sicherheit nur bei hintersten Ganglien des Körpers zu constatiren sein.

Alle diese Veränderungen gehen Hand in Hand mit Umbildungen der Gesammtorganisation, besonders mit Modificationen in der Gliederung des Stammes und in der Ausbildung der Extremitäten, wofür in der folgenden Darstellung einige Belege mitgetheilt werden sollen. Bei Jugendstadien vieler Krebse sind häufig gewisse Ganglien noch getrennt, die bei den erwachsenen Thieren verschmolzen sind. Es erhellt daraus, wie wichtig die Kenntniss der Ontogenie für die morphologische Auffassung des Nervensystems ist.

Was die Concentration des Nervensystems (die Verschmelzung ursprünglich gesonderter Ganglien zu grösseren Ganglienmassen) anbetrifft, so lässt sich dieselbe innerhalb der meisten natürlichen Krebsabtheilungen beobachten. Im Interesse der Uebersichtlichkeit stelle ich bei jeder Krebsgruppe das am reichsten gegliederte Nervensystem in den Vordergrund, während die Beschreibung der abweichenden, concentrirten oder vereinfachten Nervensysteme durch kleinen Druck unterschieden werden soll.

Entomostraca.

Unserem oben aufgestellten Schema des Krebsnervensystems entspricht am meisten das Nervensystem der Phyllopoden (Fig. 237 D), speciell der Branchiopoden (Branchipus, Artemia). Die Quercommissuren zwischen den Ganglien des Bauchmarks sind ziemlich breit, und so erhält das ganze Bauchmark den Charakter eines Strickleiternervensystems. Die beiden Ganglien eines Doppelganglions stehen durch zwei Quercommissuren mit einander in Verbindung. Als besonders wichtig muss hervorgehoben werden, dass die Ganglienpaare für die Mundgliedmaassen, d. h. für die Mandibeln und Maxillen, sich gesondert erhalten haben. Hinter diesen 3 Ganglienpaaren folgen (bei Branchipus) die 11 Ganglienpaare der beintragenden Segmente, dann 2 Ganglienpaare in den Genitalsegmenten. Dahinter kommen Ganglien nur noch als Rudimente in den beiden vordersten Segmenten vor.

Die Nerven für die hinteren Antennen entspringen aus der Schlundcommissur, welche mit einem Ganglienzellbeleg versehen ist, der um so mehr für das Ganglion der 2. Antennen gehalten werden kann, als vor dem Mandibelganglion und hinter dem Schlunde die Schlundcommissuren durch eine doppelte Quercommissur verbunden sind, welche den doppelten Quercommissuren der übrigen Bauchmarksganglien entspricht.

Vom Gehirn entspringen die Nerven für das unpaare Stirnauge, für die paarigen Stielaugen und für die vorderen Antennen.

Entsprechend der stark reducirten Gliederung des ganzen Körpers der Cladocera ist auch die Gliederung des Centralnervensystems dieser Phyllopoden eine viel weniger reiche. Das strickleiterförmige Bauchmark besteht aus 7 Ganglienpaaren, von denen das vorderste (untere Schlundganglion) die Mandibeln und Maxillen, die 6 übrigen die 6 Beinpaare innerviren. Vor dem unteren Schlundganglion findet sich auch hier eine

die Schlundcommissuren verbindende Quercommissur. Der Nerv für die 2. Antennen entspringt aus dem unteren Schlundganglion. Bei Leptodora sind die 6 Bauchganglien beim erwachsenen Thier zu einer Bauchganglienmasse verschmolzen, während sie bei jungen Thieren noch ziemlich deutlich gesondert erscheinen.

Das Nervensystem der Ostracoden bedarf einer erneuten Untersuchung. Das auf das Gehirn und die Schlundcommissuren folgende Bauchmark von Cythere soll aus einem unteren Schlundganglion und 4 darauf folgenden Bauchganglien bestehen. Das untere Schlundganglion soll eine Zusammensetzung aus zwei Ganglien erkennen lassen und die Kiefer innerviren, die 3 darauf folgenden Ganglien sollen Nerven an die Fusspaare, das letzte Ganglion Nerven an den hintersten Körperabschnitt und den Geschlechtsapparat abgeben.

Dem gegenüber erscheint das Bauchmark von Halocypris stark concentrirt. Es besteht aus einer unteren Schlundganglienmasse mit Nerven an die Kiefer und Maxillarfüsse und einem weiteren, sich daran anschliessenden kleinen Bauchganglion. Aus letzterem entspringen 2 Nervenpaare, welche wahrscheinlich die Musculatur der Füsse und des Abdomens innerviren.

Bei den verschiedenen Abtheilungen der Copepoden zeigt das Centralnervensystem verschiedene Abstufungen von einem mehr decentralisirten Verhalten bis zu der sehr weitgehenden Verschmelzung von Gehirn und Bauchmark zu einer einzigen, vom Schlunde durchbohrten Ganglienmasse. Am vollständigsten ist die Gliederung bei den frei schwimmenden Copepoden, von denen alle übrigen abzuleiten sind. Bei den Calaniden z. B. treffen wir, abgesehen vom Gehirn, ein Bauchmark, welches aus 7 Ganglienanschwellungen besteht und sich mehr oder weniger weit in das Abdomen hinein erstreckt.

Bei anderen freilebenden Copepoden reducirt sich die Zahl der Ganglien, die Abdominalganglien werden klein oder fallen ganz aus. Aber schon bei den Corycaeiden (Fig. 237 H) haben wir es nur mit einer einzigen den Schlund umgebenden Ganglienmasse zu thun, von welcher die Nerven zu den Sinnesorganen, Extremitäten, der Musculatur des Stammes u. s. w. ausstrahlen. Einen ähnlichen concentrirten, zum Theil aber auch reducirten Zustand lässt das Nervensystem bei verschiedenen exquisit parasitischen Copepoden erkennen.

Relativ hoch entwickelt ist das Nervensystem der sich an die echten Copepoden eng anschliessenden Karpfenläuse (Arguliden) (Fig. 237 G). Das gedrungene Bauchmark besteht aus 6 Ganglien mit stark verkürzten Längs- und Quercommissuren. Die 4 hinteren versorgen die 4 Beinpaare, die 2 vorderen die Kiefer, Kieferfüsse und Klammerfüsse. An der Ursprungsstelle der Schlundcommissuren aus dem Gehirn finden sich 2 Ganglienanschwellungen, von welchen die Nerven der 2. Antennen abgehen.

Unter den Cirripedien ist das Nervensystem bei den Lepadiden am reichsten gegliedert. Sie besitzen ein Gehirn, lange Schlundcommissuren und 5 odes 6 Bauchganglien. Aehnlich verhält sich das Nervensystem der sogenannten cyprisähnlichen Larven, doch nur derjenigen unter ihnen, die sich zu hermaphroditischen Individuen entwickeln.

Dagegen besitzen die sogenannten complementären Männchen der Lepadiden und ihre cyprisähnlichen Larven nur ein Gehirnganglion

Fig. 237.

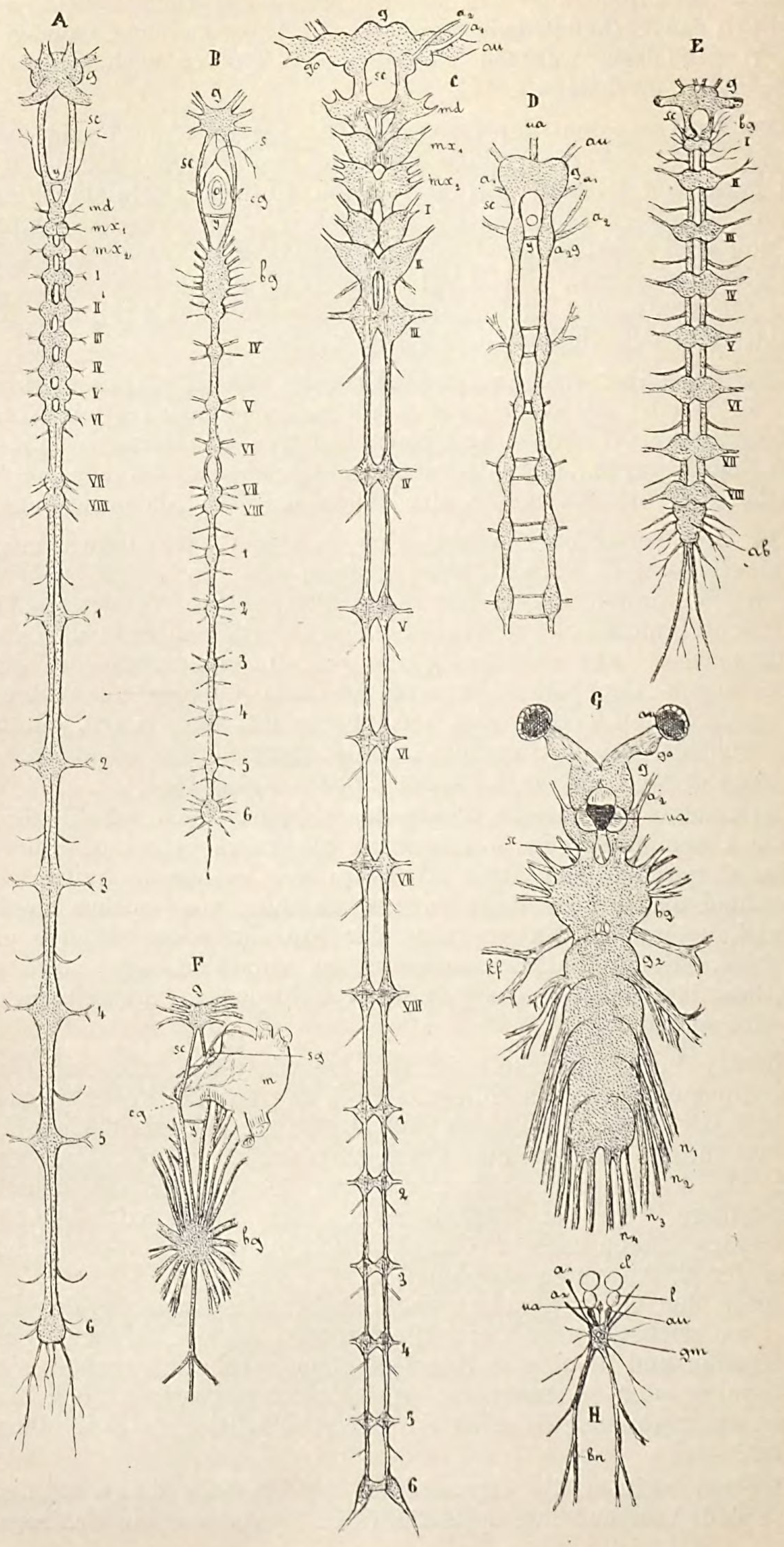


Fig. 237. *A—H* **Centralnervensysteme verschiedener Krebse.** *A* von **Euphausia pellucida** (nach G. O. SARS). *B* von **Astacus fluviatilis** (nach VOGT und YUNG). *C* von **Apseudes Latreillii** (nach verschiedenen Figuren von CLAUS combinirt). *D* von **Limnadia** (nach KLUNZINGER). Vorderer Theil. *E* von **Asellus aquaticus** (nach G. O. SARS). *F* von **Maja squinado** (nach MILNE EDWARDS). *G* von **Argulus Corregoni** (nach CLAUS). *H* von **Sapphirina Edwardsii** (nach HAECKEL). *gg* Gehirn, *au* Nerven der paarigen Augen, *ua* unpaares Auge mit seinem Nerven, *go* Ganglion opticum, a_1 Nerv der 1. Antenne, a_2 der 2. Antenne, *sc* Schlundcommissuren, *y* postoesophageale Quercommissur derselben (Commissur der Antennenganglien?), a_2g Ganglion der 2. Antenne (in *D*), *md* Mandibelganglion, mx_1, mx_2 Ganglien des 1. und 2. Maxillenpaares, *I—VIII* Thoracalganglien, *bg* unteres Schlundganglion, bestehend aus mehreren verschmolzenen Ganglien, 1—6 Abdominalganglien, *s* sympathisches Nervensystem, *sg* Ganglion desselben, *cg* Commissuralganglion, *m* Magen, *ab* verschmolzene Abdominalganglien (in *E*); bei *G* bedeutet g_2 2. Bauchganglion, n_1—n_4 Nerven für die 4 Beinpaare, *kf* Nerv für den Klammerfuss; in *H* bedeutet *gm* die vom Schlunde durchbrochene Ganglienmasse (verschmolzenes Gehirn und Bauchmark), *cl* Cornealinse, *l* Linse, *bn* hintere starke Nerven, von denen die Seitenäste zu den Beinpaaren abgehen.

(oberes Schlundganglion) und ein Thoracalganglion, welches allein den ganzen Bauchstrang repräsentirt. Bei den Balaniden sind die Bauchganglien zu einer einzigen grossen Bauchganglienmasse verschmolzen. Sehr weit geht die Rückbildung des gesammten Nervensystems bei den durch Parasitismus so stark degenerirten Rhizocephalen (Sacculina, Peltogaster), wo es uns in Form eines einzigen Ganglions entgegentritt, von welchem verschiedene Nerven ausstrahlen (vergl. Fig. 249, p. 383). Dieses Ganglion soll nicht dem larvalen oberen Schlundganglion entsprechen, sondern bei der Bildung des erwachsenen Thieres neu entstehen.

Malacostraca.

I. Leptostraca. Die interessante, offenbar der Stammform sämmtlicher Malacostraken unter allen heute lebenden Vertretern dieser Unterklasse am nächsten stehende Gattung Nebalia besitzt ein ausserordentlich reich gegliedertes Nervensystem. Wenn diese reiche Gliederung einerseits an das Verhalten des Nervensystems der Phyllopoden (Branchiopoden) erinnert, so zeigt das Nervensystem von Nebalia doch anderseits (besonders im Bau des Gehirns) ausgesprochene Malacostraken-Charaktere. Die Ganglien für die hinteren Antennen sind an den Schlundcommissuren weit nach vorn gerückt und bilden, wie bei allen Malacostraken, die hinterste Abtheilung des Gehirns. Doch hat sich die ihnen entsprechende Quercommissur, hinter dem Schlund und vor der Quercommissur des Mandibelganglions, gesondert erhalten. An dem 17 Ganglienanschwellungen aufweisenden Bauchmark haben sich die Ganglien sämmtlicher Gliedmaassenpaare, auch der Mundesgliedmaassen gesondert erhalten. Wir finden also von vorn nach hinten: 1) ein Mandibelganglion, 2) und 3) zwei Maxillenganglien, 4) bis 11) acht Brustganglien und 12)—17) sechs Abdominalganglien. Bedeutungsvoll ist die Thatsache, dass auf die 6 Abdominalganglien bei der Larve noch eine kleine 7. Anschwellung folgt, welche dem 7. gliedmaassenlosen Abdominalsegment angehört und später gänzlich verschwindet. Diese Thatsache wird mit Recht so gedeutet, dass ursprünglich wohl mehr als 6 Pleopodpaare vorhanden gewesen sind.

Im Gegensatz zu dem strickleiterförmigen Nervensystem der Phyllopoden sind bei Nebalia die Ganglien eines Doppelganglions in der Medianlinie verschmolzen und die Längscommissuren aneinandergerückt. Letztere sind, entsprechend der Kürze der Thoracalsegmente, in der Brustregion äusserst kurz.

II. Arthrostraca. Anisopoda. Das reich gegliederte Nervensystem von Apseudes (Fig. 237 C) schliesst sich eng an dasjenige von Nebalia an. Auf das Gehirn und die Schlundcommissuren folgt ein suboesophagealer Abschnitt, an dem sich deutlich die einzelnen Ganglien für die Mandibeln, die beiden Maxillenpaare und das Kieferfusspaar unterscheiden lassen. Es ist wichtig, zu constatiren, dass sich hier das dem ersten Brustganglion von Nebalia entsprechende Kieferfussganglion enger an die vorausgehenden Ganglien anschliesst, entsprechend der beginnenden Umwandlung des ersten Brustfusspaares zu einem Kieferfusspaar. — Auf die 4 suboesophagealen Ganglien folgen 7 Doppelganglien für die Brust und 6 Abdominalganglienpaare, von denen das letzte, grösste wahrscheinlich zwei oder mehreren verschmolzenen entspricht. Das Ganglion für die hinteren Antennen ist an das Gehirn herangerückt, doch ist die ihm entsprechende Quercommissur hinter dem Schlunde (vor der Mandibelcommissur) noch deutlich nachzuweisen. Die Ganglien des Bauchmarks sind deutlich doppelt und durch zwei getrennte Längscommissuren verbunden.

Bei Tanais scheinen im Bauchmark schon Verschmelzungen und Verschiebungen stattgefunden zu haben. Das Bauchmark soll hier blos zwölf Ganglien aufweisen.

Isopoda. Unter den echten Isopoda schliessen sich manche Gattungen (wie Sphaeroma, Idothea, Glyptonotus) in der reichen Gliederung des Nervensystems eng an Apseudes an. Bei Sphaeroma findet sich sogar noch ein 7. Abdominalganglion. Die Duplicität des Centralnervensystems ist überall mehr oder weniger deutlich ausgesprochen. Die den Ganglien des 2. Antennenpaares entsprechende Quercommissur scheint mehr oder weniger eng mit der Mandibelcommissur verschmolzen zu sein.

Bei zahlreichen Isopoden kommt es im Bauchmark zu Verschmelzungen, Verschiebungen und Reduktionen von Ganglienpaaren: es verschmelzen zunächst die Mandibel-, Maxillen- und Kieferfussganglien zu einer untern Schlundganglienmasse. Dann kann sich vornehmlich auch die Zahl der Abdominalganglien reduciren. Bei manchen Isopoden kommen 5 Abdominalganglien vor, bei andern (Porcellio, Oniscus, Asellus, Fig. 237 E) findet sich als Rest des abdominalen Bauchmarks nur noch eine sich an das letzte Brustganglion anschliessende Ganglienanschwellung, und bei noch andern wird auch diese vermisst.

Seltener reducirt sich die Zahl der gesonderten Brustganglien.

Bei den durch Parasitismus besonders stark modificirten Entonisciden (Portunion Maenadis) finden wir ausser dem Gehirn (welches sich überall erhält) noch 2 Thoracalganglien und ein von diesen weit entferntes, unter dem Herzen gelegenes Abdominalganglion, während bei den nicht minder stark modificirten, parasitischen Bopyriden noch 7 Thoracalganglien vorkommen sollen.

Amphipoden. Hier kommt es in allen Fällen zu einer Verschmelzung der vordersten Ganglien des Bauchmarks, so dass das Nervensystem nirgends mehr jene Gliederung aufweist, die wir bei manchen Isopoden antreffen. Am Nervensystem der Gammariden unterscheiden wir noch, abgesehen vom Gehirn, ein aus mehreren verschmolzenen Ganglien bestehendes unteres Schlundganglion, ferner 7 Brustganglien in den 7 freien Brustsegmenten und 4 Abdominalganglien in den 4 vorderen Abdominalsegmenten.

Bei Phronima geht die Centralisation schon weiter. Es finden sich nur 5 Brustganglien hinter der suboesophagealen Ganglienmasse, die ihrerseits aus 6 mit einander verschmolzenen Ganglien besteht. Von den 4 Abdominalganglien geht das letzte aus der Verschmelzung von 3 im Embryo noch gesonderten Ganglien hervor. Nicht nur die Abgangsstellen der Nerven für die 2. Antennen, sondern auch diejenigen aller Kiefernerven sind nach vorne auf die Schlundcommissuren verschoben. Das Nervensystem mancher Hyperiden stimmt mit demjenigen von Phronima überein. — Bei andern aber geht die Concentration weiter, indem das letzte Brustganglion mit dem vorletzten und ebenso das letzte Abdominalganglion mit dem vorletzten verschmelzen kann. Im extremsten Falle finden wir also dann eine untere Schlundganglienmasse, 4 Thoracal- und 3 Abdominalganglienpaare. — Bei den Caprelliden enthält das verkümmerte Abdomen keine Ganglien. Ausser dem Gehirn und dem untern Schlundganglion, welches die Mandibeln, Maxillen und Kieferfüsse versorgt, finden wir 7 Thoracalganglien, von denen das 7. hinter dem 6. im vorletzten Thoracalsegment liegt. An das 7. Brustganglion schliessen sich noch 3 kleine zum Abdomen gehörige Ganglien dicht an. Beim jungen Thier kommen noch 4 Paar Abdominalganglien zur Anlage, die dann zu den 3 kleinen Ganglien des erwachsenen Thieres verschmelzen.

III. Thoracostraca. Bei manchen Schizopoden (Euphausia Fig. 237 A, Boreomysis) scheinen sich noch alle Ganglien für die Mund- und Brustgliedmaassen, 11 an der Zahl, gesondert erhalten zu haben.

Bei andern reducirt sich die Zahl derselben offenbar durch Verschmelzung ursprünglich gesonderter Ganglien. Bei Gnathophausia finden wir ausser dem unteren Schlundganglion (das höchst wahrscheinlich aus den verschmolzenen Mandibel- und Maxillenganglien besteht) noch 8 Thoracalganglien, bei Eucopia nur noch 6. Wahrscheinlich hat sich hier das vorderste Brustganglion mit dem untern Schlundganglion und das letzte Brustganglion mit dem vorletzten vereinigt. Letzteres wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass im letzten Thoracalsegment kein Ganglion vorkommt. Bei Mysis (relicta) sollen die Brustganglien sogar zu einem Längsstrang verschmolzen sein. — Die Schlundcommissuren sind bei manchen Schizopoden (Euphausia, Boreomysis) unmittelbar hinter dem Schlunde und vor dem vordersten Bauchganglion durch eine Quercommissur verbunden, welche vielleicht der schon vielfach erwähnten Commissur der Ganglien der hintern Antennen entspricht.

Sämmtliche Schizopoden scheinen 6 Abdominalganglien zu besitzen. Die Nerven, welche die Stammesmusculatur des Abdomens versorgen, gehen von den Längscommissuren in der Mitte zwischen 2 aufeinanderfolgenden Ganglien ab. Dieses Verhalten dürfte wohl für alle Thoracostraken charakteristisch sein.

Bei den Cumaceen (Diastylis) besteht das Bauchmark aus 16 Ganglienpaaren, von diesen versorgen die 3 vordersten nahe aneinandergerückten die Mundesgliedmaassen. Darauf folgen 7 Thoracal- und 6 Abdominalganglienpaare.

Sehr deutlich lässt das Nervensystem der Stomatopoden in seiner Gliederung die engen Beziehungen zur Gliederung des Körpers erkennen. Im Cephalothoracaltheil des Bauchmarks haben sich nur die 3 Ganglien der 3 hintersten Thoracalsegmente gesondert erhalten, jener Segmente, welche, vom Kopfbrustschild unbedeckt, die spaltsästigen

Gehfüsse tragen. Alle andern vorausgehenden Ganglien sind zu einer grossen untern Schlundganglienmasse vereinigt. Die Schlundcommissuren sind sehr lang und zeigen hinter dem Schlunde die schon mehrfach erwähnte Quercommissur. Auf die 3 hintern Thoracalganglien folgen die für die Thoracostraca charakteristischen 6 Abdominalganglien.

Decapoden. Hier finden wir sehr verschiedene Stufen der Concentration von dem noch ziemlich reich gegliederten Nervensystem der Macruren bis zu dem Nervensystem der Brachyuren, in welchem alle Ganglien des Bauchmarks zu einer einzigen Brustganglienmasse verschmolzen sind. Ich wähle als Typus der Macruren den Flusskrebs, Astacus fluviatilis (Fig. 237 B). Das hoch entwickelte Gehirn liefert die Nerven für die Augen, die vorderen Antennen und in seinem hintern Theile für die hintern Antennen. Die Schlundcommissuren sind ansehnlich lang, hinter dem Schlunde durch eine Quercommissur verbunden. Im Verlaufe jeder Schlundcommissur liegt ein kleines Ganglion, das sogen. Commissuralganglion. Von diesen beiden Commissural-Ganglien gehen verschiedene Nerven ab, unter denen besonders die Eingeweidenerven und die Nerven der Mandibeln hervorzuheben sind. Letztere wurzeln freilich in dem untern Schlundganglion, sind aber bis zum Commissuralganglion mit den Schlundcommissuren vereinigt. Die Schlundcommissuren münden hinter dem Schlunde in eine untere Schlundganglienmasse ein, welche aus den 6 vereinigten Ganglien der Mandibeln, Maxillen und der 3 Kieferfusspaare besteht. Die letzte Anschwellung dieser suboesophagealen Ganglienmasse (diejenige nämlich, welche dem 3. Kieferfusspaare entspricht) ist ziemlich deutlich abgesetzt. Folgen die 5 deutlich gesonderten, ansehnlichen Brustganglien für die 5 hintern Thoracalsegmente und ihre Extremitäten (die Gehfüsse) von denen das 4. und 5. Ganglion einander sehr genähert sind. Im Abdomen stossen wir auf 6 Ganglien, das letzte ist das grösste und dürfte wohl, wie bei allen Malacostraken, aus 2 oder gar mehreren ursprünglich getrennten Ganglien hervorgegangen sein. — Wie bei fast allen übrigen Thoracostraken sind beim Flusskrebs die beiden Ganglien eines ursprünglichen Doppelganglions und die Längscommissuren zwischen den aufeinanderfolgenden Ganglien des Bauchmarks so innig mit einander in der ventralen Mittellinie vereinigt, das der Charakter der Duplicität äusserlich verloren geht. Nur zwischen dem zweit- und drittletzten Brustganglion weichen die Längscommissuren auseinander, um die Sternalarterie zwischen sich durchtreten zu lassen.

Bei einigen Macruren kommt es zur Verschmelzung der beiden hintersten Brustganglien, oder sogar zur dichten Aneinanderlagerung aller Cephalothoracalganglien (Garneelen, Palinurus). Doch bleiben hier die 6 Abdominalganglien getrennt, während bei den Paguriden, entsprechend der grössern Reduction des Abdomens, nur noch ein Abdominalganglion vorhanden ist. Schliesslich gelangen wir zu den Brachyuren (Fig. 237 F), bei welchen, der starken Reduktion des Abdomens und der Concentration des Cephalothorax entsprechend, das ganze Bauchmark zu einem grossen Brustknoten zusammengeflossen ist, von welchem zahlreiche Nerven strahlenförmig nach allen Seiten abgehen.

Sympathisches Nervensystem. Ein solches scheint bei sämmtlichen Malacostraken vorzukommen, ist wenigstens bei Vertretern der drei Hauptabtheilungen der Malacostraken, der Leptostraken, Ar-

throstraken und Thoracostraken, in ziemlich übereinstimmender Weise beobachtet worden. Beim Flusskrebs entspringt aus dem Commissuralganglion jederseits mit doppelter Wurzel ein Nerv, welcher nach vorn zu der Oberlippe hinzieht und zu Seiten des Oesophagus in die Höhe steigt. Die beiden Nerven vereinigen sich an der Oberseite des Magens zu einem medianen Nerven, der zu einem Ganglion anschwillt. Von diesem aus zieht ein sich verzweigender Nerv nach hinten, welcher sich an der Magenwand ausbreitet und Zweige an die Leber, wahrscheinlich auch an das Herz abgiebt. Das sympathische Nervensystem steht ausserdem noch durch einen unpaaren Nerven mit dem hintern Theil des Gehirns in Verbindung.

Ein so hoch entwickeltes sympathisches Nervensystem scheint den Entomostraken zu fehlen. Doch ist zu bemerken, dass bei Phyllopoden (Branchipus) aus den Schlundcommissuren jederseits ein Nerv entspringt, welcher an die Oberlippe herantritt. Beide Nerven vereinigen sich mit einander zu einem Lippenring, der mit einem medianen Ganglion in Verbindung steht und Nerven an die Oberlippe, die Muskeln des Schlundes u. s. w. abgiebt.

Bau des Gehirns. Das Gehirn der Crustaceen erhebt sich innerhalb dieser Abtheilung auf eine sehr hohe Stufe der Complication. Diese Complication, welche bei den Decapoden ihren Höhepunkt erreicht, äussert sich in einer verwickelten Anordnung der Ganglienzellenmassen und der Faserzüge und drückt sich äusserlich durch Lappenbildungen aus. Es ist wahrscheinlich, dass das Gehirn der Vorfahren der Krebse die Centren für das unpaare Stirnauge, für die vordern Antennen und vielleicht auch für die frontalen Sinnesorgane, die Faserverbindungen dieser Centren unter sich und mit den Schlundcommissuren, sowie die vordern Querverbindungen der Schlundcommissuren enthielt. — Eine höhere Complication wird bei den meisten heute lebenden Krebsen (allen Malacostraken und vielen Entomostraken) bedingt 1. durch das Auftreten der paarigen Augen und 2. dadurch, dass die ursprünglich suboesophagealen Ganglien der hintern Antennen sich von hinten an das Gehirn anschliessen. Wir können in diesem Falle drei Hauptregionen im Gehirn unterscheiden: erstens eine vordere Region (Vorderhirn) mit den Centren für das unpaare Auge (wo dasselbe persistirt) und für die paarigen Augen. Die Sehnerven der letzteren, deren Fasern bei den höheren Krebsen im Gehirn ein Chiasma (Kreuzung) bilden, treten jederseits in ein oft sehr voluminöses Augenganglion ein, welches den ansehnlichsten accessorischen Lappen des Vorderhirnes darstellt. Daneben zeigt das Vorderhirn, besonders bei den höheren Malacostraken, noch andere Lappenbildungen. An das Vorderhirn schliesst sich ein Zwischenhirn an, welches die Centren für die Nerven der vorderen Antennen enthält. Die hinterste Region des Gehirns (Hinterhirn) wird gebildet durch die Ganglien für die hinteren Antennen, deren quere Faserbrücke hinter dem Schlunde zu suchen ist und sich hier auch, wie es scheint, noch vielfach als gesonderte Quercommissur zwischen den Schlundcommissuren erhalten hat.

Im Bauchmark von Thoracostraken kommen ähnliche Neurochordstränge oder riesige Nervenröhren vor, wie sie uns schon von den Annulaten her bekannt sind. Auch ein intermediärer Nerv ist hie und da in geringer oder grösserer Ausdehnung im Bauchmark zur Beobachtung gelangt.

VI. Sinnesorgane.

A) Augen

sind im Allgemeinen bei den Krebsen wohl entwickelt und zeigen vornehmlich bei den Malacostraken, aber auch bei manchen Entomostraken einen hohen Grad von Complication. Sehorgane fehlen oder sind im erwachsenen Zustande verkümmert bei den meisten parasitischen und bei den festsitzenden Krebsen (Cirripedien), dann bei manchen Tiefseebewohnern und an dunklen Orten sich aufhaltenden Formen.

Wenn wir von einigen ganz abseits und isolirt dastehenden Augenformen, die bei gewissen Krebsen vorkommen, absehen, so können wir 2 Arten von Crustaceenaugen unterscheiden, die gleichzeitig bei einem und demselben Thiere vorkommen können: 1) das unpaare Stirnauge (Nebenauge) und 2. die paarigen Seitenaugen (Hauptaugen). Beide gehören dem Kopfe an. Das unpaare Auge liegt über dem Gehirn, die paarigen zu Seiten desselben.

Das unpaare Auge kommt den jungen Larvenformen aller Krebse zu (Naupliusauge); allgemein erhält es sich bei den Entomostraken auch im erwachsenen Zustande, bald wohl entwickelt, bald im verkümmerten Zustande. Bei den Malacostraken wird es im Laufe der Entwicklung rückgebildet. Aus der ganz allgemeinen Verbreitung des unpaaren Auges bei Entomostraken und jungen Malacostrakenlarven können wir schliessen, dass dasselbe schon bei den Vorfahren der heutigen Krebse vorhanden war.

Paarige Augen kommen allen Malacostraken und vielen Entomostraken zu. Sie sind entweder bewegliche Stielaugen oder unbewegliche Sitzaugen. Die erstern sind aus ungestielten Augen so hervorgegangen zu denken, dass die die Augen zunächst umgebende Kopfpartie sich vom übrigen Kopf abhob, abgliederte und zum Augenstiel wurde. Früher wurden die Stielaugen vielfach, aber mit Unrecht, als einem Extremitätenpaar entsprechend angesehen. — Bei der Entwicklung der Krebse treten die paarigen Augen immer viel später auf als das unpaare Auge, und es ist Grund zu der Annahme vorhanden, dass das unpaare Auge phylogenetisch älter ist als das paarige. — Ich will jetzt eine kurze Uebersicht über das Vorkommen und die Verbreitung der paarigen oder Hauptaugen geben.

Entomostraken. Phyllopoden. Bei den Estheriden und Apusiden sind die paarigen Augen in der Mittellinie zusammengerückt. Die Branchipoden haben bewegliche Stielaugen. Die beiden Hauptaugen der Cladoceren sind in der Mittellinie zu einem zitternden Stirnauge verschmolzen, welches indessen bei Monospilus fehlt. Ostracoden. Die Cypridiniden besitzen neben dem unpaaren Auge paarige bewegliche Seitenaugen. Auch bei andern Ostracoden (Cypriden, Cytheriden) kommen paarige Augen vor, die miteinander zu einem unpaaren Auge verschmelzen können. Ob sie aber den paarigen Augen der übrigen Krebse entsprechen, ist noch nicht ermittelt. Copepoden. Die mit den echten Copepoden nahe verwandten Karpfenläuse besitzen ausser dem unpaaren Auge 2 grosse Seitenaugen. Bei den echten Copepoden fehlen letztere gewöhnlich, doch kommen z. B. bei Pontelliden auch paarige Augen vor, die vielleicht den Seitenaugen der übrigen Krebse entsprechen. Die paarigen Augen der Corycaeiden hingegen lassen sich nicht leicht mit denjenigen

anderer Krebse vergleichen. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, dass die Stammformen der Copepoden paarige, zusammengesetzte Augen besassen, so dass das Fehlen derselben bei den meisten heute lebenden Copepoden ein secundäres Verhalten darstellen würde. Cirripedien. Bei den erwachsenen Thieren fehlen paarige Augen durchgängig, dagegen ist die cyprisähnliche Larve der festsitzenden Cirripedien mit grossen Seitenaugen versehen.

Malacostraken. Ueberall kommen paarige Seitenaugen vor. Diese sind gestielt bei den Leptostraken und allen Thoracostraken mit Ausnahme der Cumaceen, deren sitzende Augen meist medianwärts verschmolzen sind, aber auch ganz fehlen können. Bei den Arthrostraken, die man auch als Edriophthalmata den übrigen Malacostraken, den Podophthalmata gegenübergestellt hat, sind die Augen sitzend. Die Thatsache, dass schon bei Phyllopoden (Branchipus) bewegliche Stielaugen vorkommen, und dass die der gemeinsamen Stammform der Malacostraken jedenfalls am nächsten stehenden Leptostraken (Nebalia) mit gestielten Augen versehen sind, lässt es im Verein mit andern Momenten wahrscheinlich erscheinen, dass auch die paarigen Augen der Arthrostraken einst gestielt gewesen sind.

Unter den Amphipoden zeigen die Phronimiden eigenthümliche Verhältnisse. Sie besitzen zwei Paar zusammengesetzte Augen, ein Paar am Scheitel und ein Paar in der Wangengegend. Die beiden Augen einer Seite dürften durch Theilung aus dem einzigen bei den Hyperiden sehr umfangreichen Seitenauge der Amphipoden hervorgegangen sein.

Bau der Augen. Die Struktur des unpaaren Auges (das früher als x-förmiger Augenfleck mit oder ohne lichtbrechende Körper bezeichnet wurde), welches wegen seiner allgemeinen Verbreitung bei den Entomostraken auch wohl Entomostrakenauge genannt wird, will ich am Beispiel des Stirnauges von Calanella mediterranea, eines freilebenden Copepoden, erläutern.

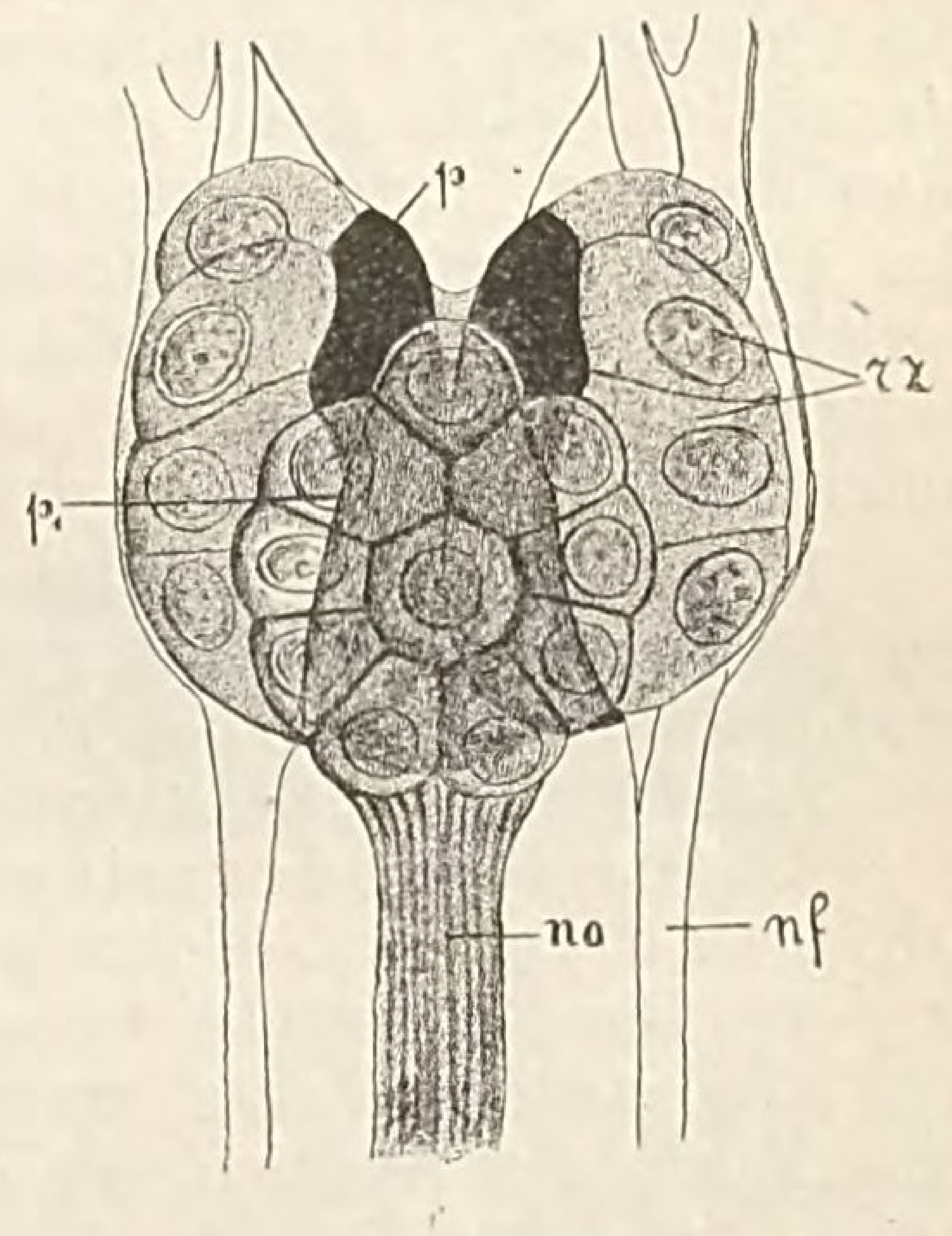


Fig. 238. **Auge von Calanella mediterranea** ♀ juv., von unten (nach GRENACHER). *p* Pigmentplatten des paarigen, p_1 des unpaaren Theils, *rz* Retinazellen, *no* Augennerv, *nf* Nervi frontales.

Das Stirnauge von Calanella (Fig. 238) besteht aus 3 miteinander vereinigten Einzelaugen, einem unpaaren, medianen und ventralen und zwei seitlichen dorsalen. Jedes Einzelauge ist aus einer Pigmentschale und einer dieser ein- und angelagerten, stark lichtbrechenden, durchsichtigen „Linse" zusammengesetzt, welche jedoch diesen Namen nicht verdient. Sie wird nämlich von mehreren Zellen gebildet, von denen jede — man weiss noch nicht ganz sicher, ob an ihrer Aussen- oder an ihrer Innenseite — mit einer Faser des Augennerven in Verbindung steht und demgemäss als Retinazelle betrachtet werden muss.

Es lässt sich eine grosse Uebereinstimmung im Baue eines solchen Einzelauges mit einem Plathelminthenauge nicht verkennen.

Der dreitheilige Bau des unpaaren Crustaceenauges scheint für dasselbe allgemein charakteristisch zu sein. Bisweilen, z. B. bei Branchipus, treten vom Gehirn aus drei gesonderte Nerven an die drei Einzelaugen heran.

Der Bau der paarigen Seitenaugen der Krebse (der gestielten und ungestielten) ist ein viel complicirterer. Wir haben es hier mit den für die Arthropoden im Allgemeinen so charakteristischen zusammengesetzten Augen zu thun. Wenn sich auch in den einzelnen Abtheilungen der Krebse zum Theil nicht unbedeutende Modificationen und Complicationen in der Structur des zusammengesetzten Auges nachweisen lassen, so dürften wir es doch überall (mit wenigen, noch zu besprechenden Ausnahmen) mit homologen Sehwerkzeugen zu thun haben. Ich wähle für die Darstellung das paarige Auge von Branchipus, welches die typischen Organisationsverhältnisse des zusammengesetzten Auges in ziemlich einfacher Weise darbietet.

Das halbkugelförmige Auge von Branchipus (Fig. 239 B) sitzt auf dem beweglichen Augenstiel. Letzterer enthält den Sehnerven, welcher im Augenstiel zu einem Ganglion, dem Ganglion opticum, anschwillt, das man noch zum Gehirn rechnen muss. Auf das Augenganglion folgt distalwärts, nahe der Basis des Auges, ein zweites Ganglion, das Retinaganglion. Von den Nervenzellen dieses Retinaganglions strahlen gegen das Auge zu Nervenfasern aus. Das Auge selbst ist gegen die Füllmasse des Augenstieles zu durch eine dünne Basalmembran abgegrenzt. Die vom Retinaganglion ausstrahlenden Nervenfasern durchsetzen diese Basalmembran, um unmittelbar jenseits derselben in die Retinazellen einzutreten. Das Auge stellt die Hälfte einer Hohlkugel mit dicker Wandung dar, deren äussere Kugeloberfläche der äusseren Oberfläche des Auges, deren innere (concave) Oberfläche der Basalmembran entspricht. Es besteht aus zahlreichen dicht aneinandergelagerten, radiär angeordneten Einzelaugen. An jedem Einzelauge (Fig. 239 E) unterscheiden wir folgende drei Hauptbestandtheile:

1. Die Retinula (das dem Einzelauge zugehörende Theilstück der gesammten Retina des ganzen Auges). Sie ist an dem Einzelauge proximalwärts gelagert, d. h. sie folgt zunächst auf die Basalmembran.
2. Der Krystallkegel und
3. Die Hypodermiselemente mit der über ihnen liegenden Chitincuticula, welche am Arthropodenauge die Cornea darstellt.

A) Die Retinula besteht aus fünf langgestreckten, regelmässig um eine centrale Achse gruppirten Zellen, in deren proximales Ende eine Faser des Augennerven eintritt. Die Achse selbst wird gebildet durch ein röhrenförmiges Stäbchen, welches man als Rhabdom bezeichnet. Den 5 Zellen der Retinula ist in unmittelbarer Umgebung des Rhabdoms Pigment eingelagert, welches distalwärts in dem verdickten, die Kerne enthaltenden Zelltheile in so grosser Menge auftritt, dass in jeder Retinula eine distale Pigmentschicht zu Stande kommt. Ueber diese Schicht ragt jede Zelle noch mit einem pigmentfreien Endstück hinaus. Alle 5 Endstücke zusammen umfassen die proximalen Enden

B) der lichtbrechenden Krystallzellen. Diese sind 4 an der Zahl und bilden zusammen einen Kegel, der in seinem distalen Theile einen festen Krystallkörper, ein Ausscheidungsprodukt der Krystallzellen, einschliesst. Die Schicht der Krystallzellen des zusammengesetzten Auges wird

C) von der durchsichtigen und glatten Chitinhaut (Cornea) mit darunter liegenden Hypodermiszellen, einer Fortsetzung des allgemeinen Körperintegumentes, überzogen.

Um nun hier gleich die Hauptunterschiede zwischen dem Stielauge der höhern Krebse und demjenigen von Branchipus hervorzuheben, so

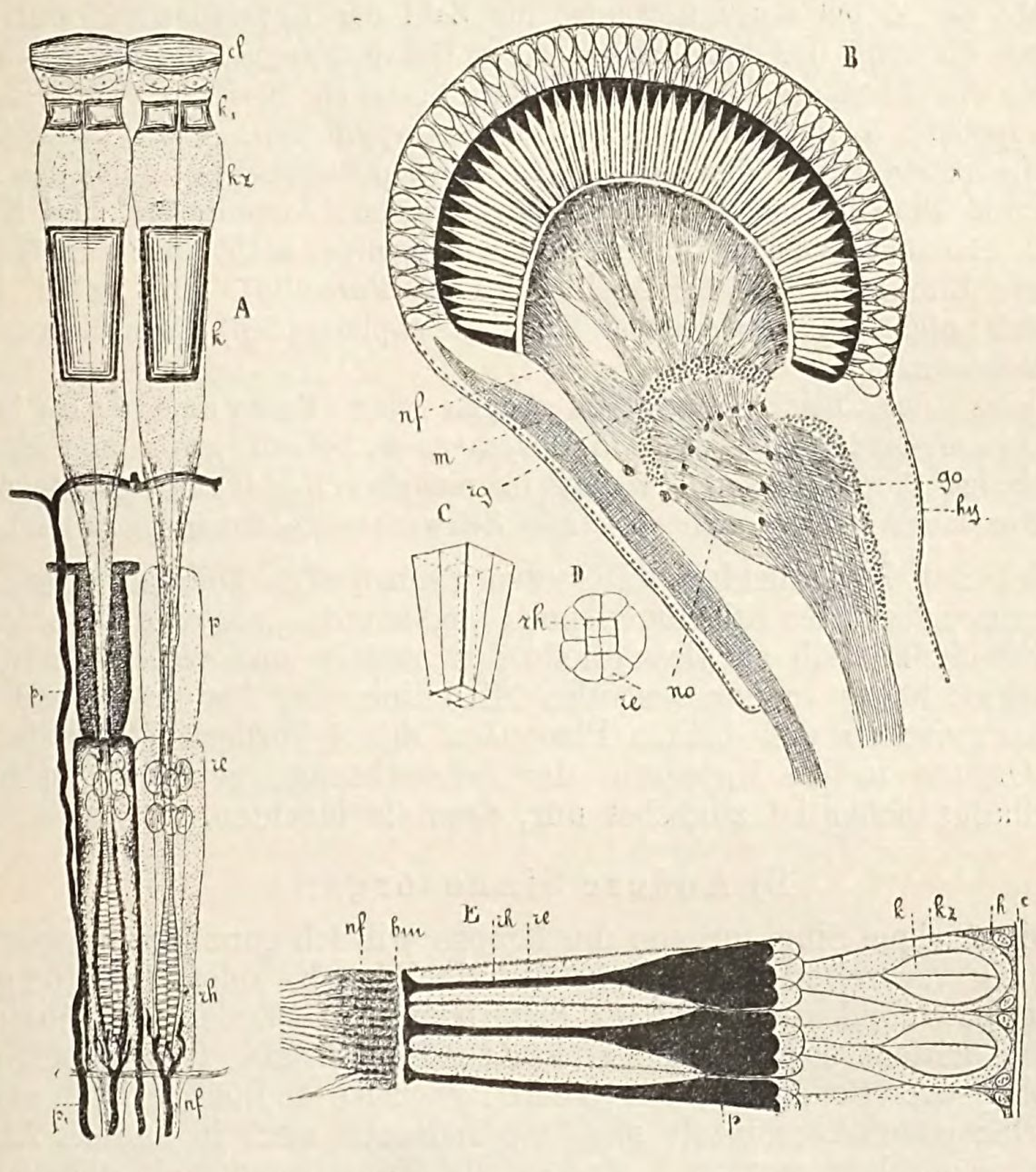


Fig. 239. **Zusammengesetztes Crustaceenauge.** *A* **2 Einzelaugen (Ommatidien) von Palaemon Squilla.** An dem Ommatidium rechts ist das Pigment entfernt. *C* **Krystallkörper eines Ommatidium,** aus 4 Stücken bestehend, isolirt. *D* **Querschnitt durch eine Retinula,** etwa in der Mitte ihrer Länge. *re* Retinulazellen, *rh* aus 4 Stücken bestehendes Rhabdom. *B* **Schnitt durch ein Stielauge von Branchipus.** *E* **2 Ommatidien desselben Thieres,** stärker vergrössert. (Fig. *A*, *C*, *D* nach Grenacher, *B* und *E* nach Claus.) *c* Cornea (Cuticula), *cl* Cornealinsen, *hy* Hypodermiszellen, *k* Krystallkegel, k_1 äusserer Krystallkörper, *kz* Krystallzellen, *p* Pigment, p_1 in Fig. *A* Pigmentstränge, zwischen die Retinula von der Nervenfaserschicht her eindringend, *re* Retinula, *rh* Rhabdom, *nf* Nervenfasern, *bm* Basalmembran, *m* Muskel, *rg* Retinaganglion, *go* Ganglion opticum, *no* Nervus opticus.

betreffen dieselben erstens die Cornea und zweitens das Augenganglion. Am Stielauge der höhern Krebse ist die Cornea (Chitinhaut) über jedem Einzelauge etwas verdickt, so dass jeder zu einem Einzelauge gehörende Corneatheil (Corneafacette, Cornealinse) entweder an der inneren oder äusseren Seite, oder an beiden Seiten convex (Fig. 239 A *cl*) ist. Die Cornea erscheint dann, von der Fläche betrachtet, in regelmässig

polygonale Felder eingetheilt, von denen jedes einer Cornealinse und einem Einzelauge entspricht.

Das bei Branchipus einfache Ganglion opticum zerfällt bei den stieläugigen Malacostraken in 3 ebenfalls im Augenstiel gelegene Ganglien.

Im Einzelnen herrschen bei den Krebsen im Baue der zusammengesetzten Augen nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten, welche vornehmlich die Zahl der Zellen einer Retinula, die Zahl der Krystallzellen eines Einzelauges, die Zahl der Einzelaugen eines Gesammtauges, die specifische Anordnung der Elemente betreffen. 7 Retinulazellen besitzen die Decapoden und Isopoden, 5 die Branchiopoden und Amphipoden, 4 die Schizopoden. 5 Krystallzellen haben die Einzelaugen bei den Cladoceren, 4 bei den Decapoden und Branchiopoden, 2 bei den Isopoden, Amphipoden und Schizopoden. Bei den Isopoden finden sich nur wenige, nicht dicht aneinandergelagerte Einzelaugen (4 bei Asellus, 20 bei Porcellio). Die isolirt liegenden (sich nicht zu polygonalen Facetten abplattenden) Cornealinsen sind hier biconvex.

Jedes der beiden paarigen Augen der Corycaeiden besteht aus einem Einzelauge, das bei Corycaeus auffallend gross und lang ist. Das paarige Corycaeidenauge weicht in mancher Beziehung bedeutend von dem Einzelauge der zusammengesetzten Sehwerkzeuge der übrigen Krebse ab.

Bei den Euphausiden unter den Schizopoden kommen ausser den 2 zusammengesetzten Stielaugen noch sogenannte „accessorische Augen“ vor. Sie finden sich am Basalgliede des zweiten und vorletzten Rumpffusspaares, ferner in der ventralen Mittellinie des Abdomens und zwar je eines zwischen den beiden Pleopoden der 4 vordern Segmente. Ob diese Organe in die Kategorie der Sehwerkzeuge gehören, ist höchst zweifelhaft; sicher ist zunächst nur, dass sie leuchten.

B) Andere Sinnesorgane.

Die übrigen Sinnesorgane der Krebse will ich ganz kurz besprechen. Allgemein verbreitet sind erstens die als Riech- oder Spürorgane gedeuteten Gebilde und zweitens Tastorgane. Vielen Entomostraken kommen drittens sogenannte frontale Sinnesorgane (von unbekannter physiologischer Bedeutung) zu. Gehörorgane endlich besitzen sämmtliche Decapoden, vereinzelt sind sie indessen auch in andern Abtheilungen beobachtet worden. Andere als Sinnesorgane mit unbekannter Leistung gedeutete Gebilde müssen wir wegen ihres ganz sporadischen Vorkommens und zum Theil auch wegen unserer mangelhaften Kenntniss derselben mit Stillschweigen übergehen.

1. Specifische Tastorgane. Die Spitzen der Gliedmaassen, besonders solcher, welche zum Gehen oder zum Erfassen der Nahrung dienen, sind mehr als die übrige Körperfläche der Sitz eines feineren Tastgefühls. In den speciellen Dienst des Tastsinnes treten Hautanhänge, die man als Tastborsten bezeichnet. Diese finden sich vornehmlich an den Antennen, aber auch an andern Extremitäten und gelegentlich auch am Körperstamme. Die Tastborsten unterscheiden sich von andern Borsten, Stacheln u. s. w., welche fast ausschliesslich mechanische Arbeit verrichten, dadurch, dass an ihrer Basis eine oder wenige Ganglienzellen liegen, die durch Nervenfasern mit dem Gesammtnervensystem verbunden sind (Fig. 240 D).

2. Als Riech- oder Spürorgane werden blasse, zarte Kolben, Fäden, Schläuche oder Griffel (Fig. 240 A, B) gedeutet, welche oft zu

Büscheln oder Querreihen gruppirt, an den vordern Antennen der Krebse vorkommen. Seltener finden sich ähnliche Gebilde auch an den zweiten Antennen. Durchgängig treten sie im männlichen Geschlecht in grösserer Zahl auf als im weiblichen. Die Chitincuticula ist an der Basis dieser Riechfortsätze am dicksten, gegen das freie Ende zu wird sie dünn und zart. An die Basis eines jeden Riechfortsatzes tritt ohne Bildung einer Ganglienzelle eine Nervenfaser, die sich dann in dessen Inneres fortsetzt, ihn bis zum freien Ende durchziehend und ausfüllend. Die Nervenfasern stammen aus Ganglienzellen, die, in dem nämlichen oder vorhergehenden Gliede der Antenne liegend, dem Antennennerv angehören.

Ob die sogenannten Calceoli der Amphipoden Riechorgane sind oder vielleicht eine Art Gehörorgane darstellen, muss dahingestellt bleiben.

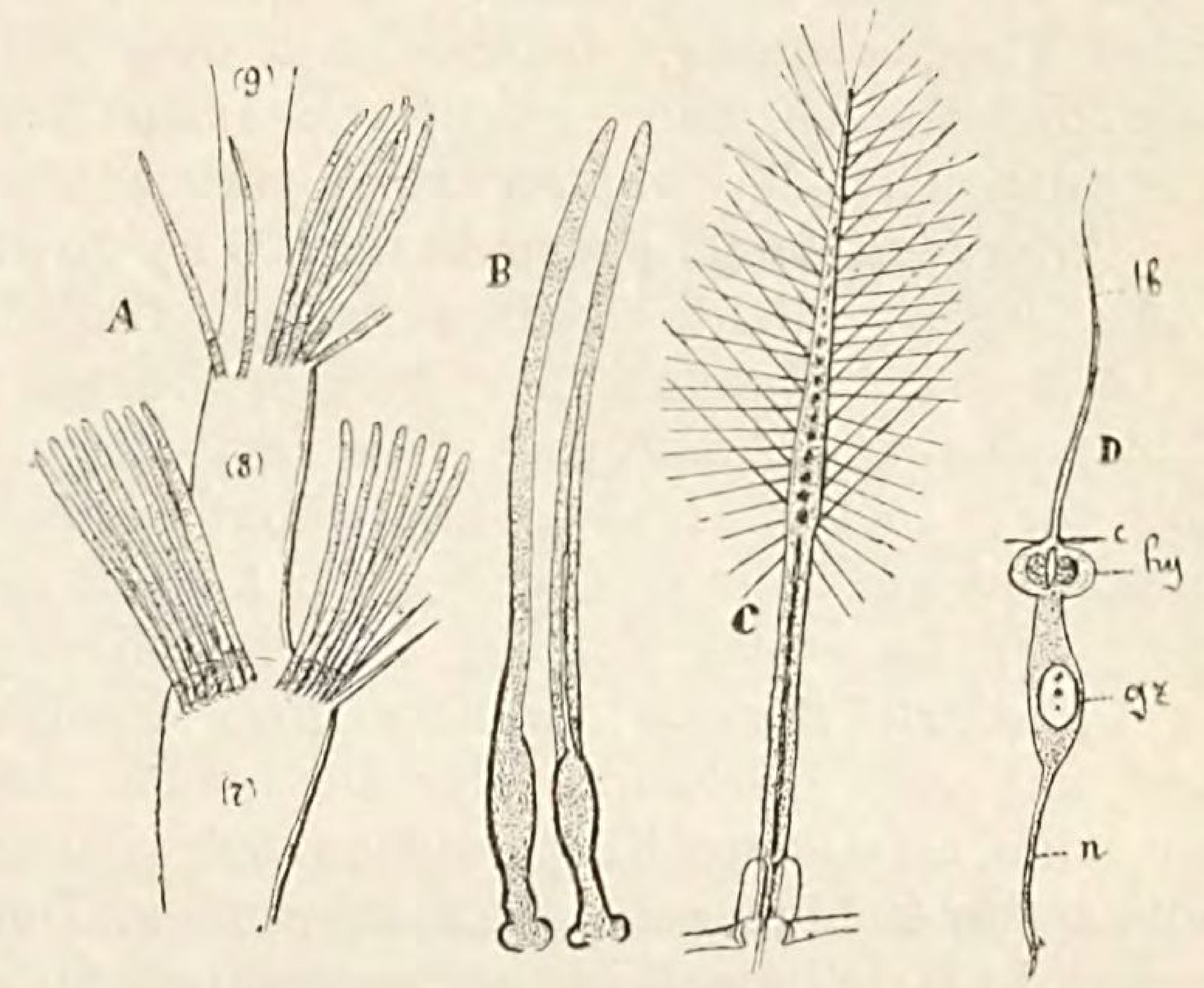


Fig. 240. *A* 7., 8. und 9. Glied einer 13-gliedrigen Geissel der vorderen **männlichen Antenne von Nebalia mit den Riechschläuchen.** *B* **2 Riechschläuche**, stärker vergrössert. *C* **Gefiederte Sinnesborste (Hörhaar)** vom Metacarpalglied des drittletzten Thoracalfusspaares von **Apseudes** mit cuticularer Basalkapsel. *D* **Tasthaar** (*tb*) **von Branchipus.** *c* Körpercuticula, *hy* Hypodermiszellen der Borste, *gz* Ganglienzelle, *n* Nervenfaser. (Nach Claus.)

3. Frontale Sinnesorgane. Für diese in einem Paare vorkommenden Organe ist die Lage ganz an der Stirngegend in nächster Nähe des Gehirns charakteristisch. Es handelt sich um vorragende Fäden, Zapfen, Stäbchen oder andere cuticulare Anhänge, an die, gewöhnlich unter Bildung von Ganglienzellen, zwei Nerven, die Frontalnerven, herantreten. Bei Branchipus findet sich an Stelle des cuticularen Fortsatzes nur eine unansehnliche Verdickung der Cuticula mit darunter liegender, von Ganglienzellen umgebener grosser Hypodermiszelle. Frontale Sinnesorgane sind nicht nur bei Entomostraken und Entomostrakenlarven, sondern auch bei Malacostrakenlarven (Nauplien) zur Beobachtung gelangt und es lässt sich daraus der Schluss ziehen, dass sie sehr alte, schon bei der Stammform der Krebse vorhandene Bildungen sind.

4. Gehörorgane der Decapoden. Sie liegen am Basalglied der vorderen Antennen (Antennulae). Bei allen Decapoden haben wir es mit grubenförmigen Einsenkungen der Chitinhaut zu thun, die gewöhnlich offen bleiben, in einzelnen Fällen aber (Hippolyte) sich zu einer Blase schliessen können. Bei den offenen Hörblasen wird die Oeffnung häufig durch dichtstehende, von dem einen Rande entspringende Borsten, seltener durch eine dünne vorspringende Falte bedeckt. Die Hörgruben enthalten von aussen aufgenommene Sandpartikelchen, welche, wie die wahrscheinlich aus Fluorcalcium bestehenden Concremente in den geschlossenen Hörblasen, als Otolithen fungiren. Auf dem Boden

der Hörgruben oder auf der Innenwand der Hörblasen erheben sich gefiederte Hörhaare, und zwar 1) Otolithenhaare, welche die Otolithen tragen, und 2) häufig auch freie Hörhaare, welche frei in das Lumen der Hörgruben hineinragen. Die deutlich abgesetzte, angeschwollene Basis der Hörhaare ist äusserst zart und dünnwandig und ermöglicht bei Schalleinwirkungen eine ergiebige Erschütterung der Haare. Die Fasern des Hörnerven, der sich vom Antennennerv abzweigt und im Gehirn wurzelt, treten zunächst je in eine Ganglienzelle ein, dann spitzen sie sich zu einem Faden zu, der in das Hörhaar eintritt und sich nahe der Spitze desselben an ein stäbchenförmiges Körperchen anheftet.

Von den beiden geschlossenen Gehörblasen der Mysideen unter den Schizopoden pflegt man zu sagen, dass sie im Schwanze liegen. Genauer ausgedrückt, liegen sie in der Innenlamelle (Endopodit) des letzten Pleopodpaares, welches mit dem Telson zusammen die Schwanzflosse bildet. Ihr Bau weicht von dem der Decapodengehörorgane nicht wesentlich ab. Sie werden vom letzten Abdominalganglion aus innervirt.

Unter den Amphipoden besitzt Oxycephalus zwei oberhalb des Gehirnes liegende Gehörsäckchen, welche Otolithen enthalten.

Für die Auffassung der hier erwähnten Sinnesorgane der Decapoden, Schizopoden und Amphipoden als Gehörorgane liegt eine gewisse Berechtigung vor; doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass neuere experimentelle Untersuchungen sehr zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass sie mit zur Orientirung der Lage des Körpers, zur Regulirung des Gleichgewichtes dienen.

Gefiederte Borsten, welche ihrer Struktur nach grosse Uebereinstimmung mit den Hörhaaren der Decapoden zeigen, sind an den Antennen, aber auch an andern Körperstellen bei vielen Malacostraken beobachtet und vielfach für Gehörorgane gehalten worden. Doch schwebt diese Deutung noch in der Luft. Immerhin ist es wahrscheinlich, dass die Gehörorgane der Decapoden sich in der Weise phyletisch entwickelt haben, dass sich gefiederte Sinnesborsten lokalisirt und die sie tragenden Hautstellen grubenförmig eingesenkt haben. Für diese Auffassung spricht auch die Verwendung von fremden Sandpartikelchen als Hörsteinchen.

VII. Blutgefässsystem und Leibeshöhle.

Bei den Krebsen (und überhaupt bei den Arthropoden) finden wir kein geschlossenes Blutgefässsystem. Die mit eigenen Wandungen versehenen Theile des Circulationssystems stehen mit Blutlacunen in offener Communication. Diese Lacunen sind nicht mit eigenen Wandungen ausgestattet, sondern sind nur Lücken zwischen verschiedenen Organen des Körpers, sie stellen die Leibeshöhle dar.

Schema des Circulationssystems. Nach dem gegenwärtigen Stande der Crustaceenforschung dürfen wir uns das Circulationssystem bei der Stammform der Krebse im Wesentlichen folgendermaassen vorstellen. Ein contractiles, schlauchförmiges Rückengefäss (Herz), welches den Körper oberhalb des Darmes in der Mittellinie von vorn nach hinten durchzieht. Richtung des Blutstromes in diesem Rückengefäss: von hinten nach vorn, wie im Rückengefäss der Annulaten. In jedem Rumpfsegment des Körpers besitzt das Rückengefäss ein Paar seitlicher Spaltöffnungen, sogenannter Ostien, durch welche sein Binnenraum in offener

Communication steht mit einem das Rückengefäss umgebenden Blutsinus, dem P e r i c a r d i a l s i n u s, der selbst wieder einen Theil der Leibeshöhle darstellt. Die Blutflüssigkeit (Hämolymphe) tritt erstens durch eine Oeffnung am hinteren Ende des Rückengefässes und zweitens durch die seitlichen Ostien desselben aus dem Pericardialsinus in das Rückengefäss ein, verlässt dasselbe an seinem vordern Ende, durchströmt dann in rückläufiger Bewegung das Lacunensystem des Körpers, das sich bis unter die Haut des Stammes und der Extremitäten, wo die Respiration stattfindet, erstreckt und tritt dann wieder in den Pericardialsinus ein.

B l u t g e f ä s s s y s t e m d e r E n t o m o s t r a k e n. Dem eben entworfenen Schema entspricht unter allen bekannten Krebsen am genauesten das Circulationssystem der B r a n c h i o p o d e n unter den Phyllopoden. Das contractile Rückengefäss (Herz) von B r a n c h i p u s (Fig. 192, p. 292) durchzieht den ganzen Rumpf und besitzt in jedem Segment (mit Ausnahme des letzten) ein Ostienpaar, im letzten Segment aber ein terminales Ostium. Vorne setzt sich das Herz in eine ostienlose in den Kopf eintretende A o r t a fort, die sich in das Lacunensystem des Körpers öffnet. In diesem letzteren lässt sich ein ventraler Hauptstrom von vorn nach hinten unterscheiden, der von dem Pericardialsinus durch ein quer über die Darmwand ausgespanntes Septum unvollständig getrennt ist. Die Athmung findet wohl an der gesammten Oberfläche des zarten Integumentes des Stammes und der Gliedmaassen statt, ist aber wahrscheinlich an den Kiemensäckchen besonders lebhaft. Vom ventralen Hauptstrom geht in jede Gliedmaasse an der einen Seite ein Nebenstrom bis an deren Spitze, um dort umzubiegen und an der andern Seite wieder in den Hauptstrom zurückzuverlaufen.

Was das H e r z der ü b r i g e n E n t o m o s t r a k e n (Fig. 193 u. 194, p. 293) anbetrifft, so ist dasselbe da, wo es überhaupt vorkommt, stets stark verkürzt, sack- oder schlauchförmig und nur mit einem Paar seitlicher Ostien ausgestattet. Vorn, vor dem vordern terminalen Ostium, setzt sich das Herz bisweilen (bei manchen Copepoden, Branchiuren und Cladoceren) in eine kürzere oder längere Aorta fort. Ein hinteres Ostium kommt dem Herzen der Copepoden zu. Die Ostien, durch welche das Blut in das Herz einströmt, sind meist mit Klappenvorrichtungen versehen, welche ein Zurückströmen des Blutes in den Pericardialraum bei der Contraction des Herzens verhindern.

Was die Lage des Herzens betrifft, so liegt es stets über dem Darm gewöhnlich in der vordersten Rumpfgegend.

Ich will jetzt eine Uebersicht über das V o r k o m m e n d e s H e r z e n s bei den Entomostraken geben. Sämmtliche C l a d o c e r e n besitzen ein Herz. Unter den O s t r a c o d e n kommt es nur den H a l o c y p r i d e n und C y p r i d i n i d e n zu, unter den C o p e p o d e n nur den C a l a n i d e n, P o n t e l l i d e n und B r a n c h i u r e n. Bei den letzteren liegt es weit hinten vor der sogenannten Schwanzflosse und setzt sich nach vorn in eine lange, bis zum Gehirn reichende Aorta fort. Den C i r r i p e d i e n fehlt ein gesondertes Blutgefässsystem gänzlich.

Es wäre verfehlt, diejenigen Entomostraken, die sich durch den Mangel eines Herzens oder überhaupt eines gesonderten Blutgefässsystems als e i n f a c h e Formen erweisen, darum auch für u r s p r ü n g l i c h e r e zu halten. Wie bei den Würmern, so muss gewiss auch bei den Krebsen das Fehlen dieses Organsystems als ein abgeleitetes Verhalten betrachtet werden. Die Ursachen einer bis zum völligen Verschwinden führenden Reduktion des Her-

zens sind freilich nur zum geringsten Theil ermittelt. Die geringe Körpergrösse mag hie und da eine Rolle spielen, hie und da scheinen die rhythmischen Bewegungen andrer innerer Organe (z. B. des Magens vieler Copepoden) zu genügen, die Blut- oder Leibeshöhlenflüssigkeit im Lacunensystem in Cirkulation zu versetzen; sie machen deshalb ein Herz überflüssig.

Besondere Erwähnung verdient das Cirkulationssystem einer Gattung parasitischer Copepoden, des Genus Lernanthropus nämlich, deshalb, weil es durchaus nicht auf dasjenige der übrigen Crustaceen bezogen oder mit ihm verglichen werden kann. Es kommt nämlich hier ein weit im Körper und seinen Anhängen verbreitetes reich verästeltes Blutgefässsystem vor, welches von der Leibeshöhle vollständig abgeschlossen ist. Ein Herz fehlt. Das gelbrothe Blut wird in den Hauptgefässen durch die Bewegungen des Darmkanals fortbewegt, und zwar strömt es in zwei ventralen Längsstämmen nach vorn und durch ein unpaares Rückengefäss nach hinten.

Blutgefässsystem der Malacostraken. Von grosser Wichtigkeit ist die Kenntniss der Kreislauforgane der Leptostraken (Nebalia, Fig. 197, p. 297), welche in mancher Beziehung noch an diejenigen der Branchiopoden erinnern, in anderer zu den Malacostraken hinüberweisen. Das lange, röhrenförmige Herz erstreckt sich von der hintersten Kopfregion durch die ganze Brust bis in das 4. Abdominalsegment und besitzt 7 Ostienpaare. Von diesen liegen die 3 vordersten seitlich am Herzen im hinteren Theile der Kopfregion, die 3 folgenden dorsalwärts im 2., 4. und 5. Brustsegment und das 7., grösste seitlich am Herzen im 6. Brustsegmente. In den beiden letzten Brustsegmenten und im Abdomen besitzt das Herz keine Ostienpaare. Alle diese venösen Ostienpaare, durch die das Blut aus dem Pericardialsinus in das Herz eintritt, sind, wie bei allen Krebsen, mit Klappenvorrichtungen versehen. Das Herz setzt sich in eine vordere und hintere Aorta fort, durch die das Blut aus dem Herzen in den Körper strömt. Klappen verhindern das Zurückströmen des Blutes aus den beiden Aorten in das Herz. Ausser den Aorten kommen noch verzweigte Arterien in beiden Antennenpaaren und im Abdomen vor. Haupttheile des lacunären Blutgefässsystems sind erstens der Pericardialsinus und zweitens ein unter dem Darme gelegener Sinus.

Die Respiration geht jedenfalls besonders intensiv an der zarten, inneren Oberfläche der Schale, welche durch den langen Maxillartaster gereinigt wird, und an den lamellösen Exo- und Epipoditen der Brustfüsse vor sich. In diesen Theilen findet eine rege Blutcirculation statt. Das die Schale durchströmende Blut stammt aus der vorderen Aorta und tritt durch die dorsalwärts liegenden Ostienpaare des Herzens wieder in dieses letztere ein.

Arthrostraca. Vor allem müssen wir hier einen durchgreifenden Unterschied hervorheben, welcher bei den beiden Hauptabtheilungen der Arthrostraken, den Isopoden und Amphipoden, durch die Lage des Herzens im Körper bedingt wird. Bei den Isopoden liegt der weitaus grösste Theil des mit 1—2 Ostienpaaren versehenen Herzens im Abdomen, bei den Amphipoden aber hat das röhrenförmig langgestreckte, fast durchgängig mit 3 Ostienpaaren ausgestattete Herz seine Lage in der Brust. Diese Verhältnisse sind wohl so zu deuten, dass von dem den

Stammformen der Malacostraken wahrscheinlich zukommenden langgestreckten, mit vielen Ostienpaaren versehenen Herzen sich bei den Isopoden nur ein abdominaler, bei den Amphipoden nur ein thoracaler Theil erhalten hat. Hierbei spielte wahrscheinlich die Lokalisation der Athmung eine grosse Rolle, indem bei den Amphipoden die Respiration vorwiegend in den schlauchförmigen Kiemenanhängen der Brustfüsse, bei den Isopoden aber in den Gabelästen, und zwar vorwiegend in den Endopoditen der Abdominalfüsse (Pleopoden) stattfindet.

Bei den Anisopoden liegt das Herz wie bei den Amphipoden im Thorax.

Ich will jetzt die Circulationsverhältnisse der Arthrostraken etwas eingehender darstellen.

Isopoda (Fig. 241 u. 242). Das zum grösseren Theil im Abdomen liegende, mit 2 oder 4 seitlichen Ostien ausgestattete Herz ist hinten blind geschlossen. Aus ihm entspringen 11 Arterien, nämlich a) eine medio-dorsale Thoracalaorta, die zum Kopf verläuft und die Augen, die Gehirnganglien und die beiden Antennenpaare versorgt, b) 1 Paar laterale Arterien für die vordern Brustsegmente und die hintere Kopfregion nebst den Extremitäten dieser Regionen, c) 3 Paar Thoracalarterien für die 3 hinteren Thoracalsegmente und ihre Extremitäten, d) 1 Paar Abdominalaorten für das Abdomen und seine Gliedmaassen, die als Kiemen funktioniren. Die Thoracalaorta bildet vorn vor dem Gehirn einen den Schlund umfassenden Ring, in welchen unter dem Schlunde eine den ganzen Körper der Länge nach durchziehende, unter dem Bauchmark verlaufende Subneuralarterie einmündet. Diese giebt ebenfalls Aeste an die Gliedmaassen ab. Ausser den zwischen den Eingeweiden liegenden Blutlacunen findet

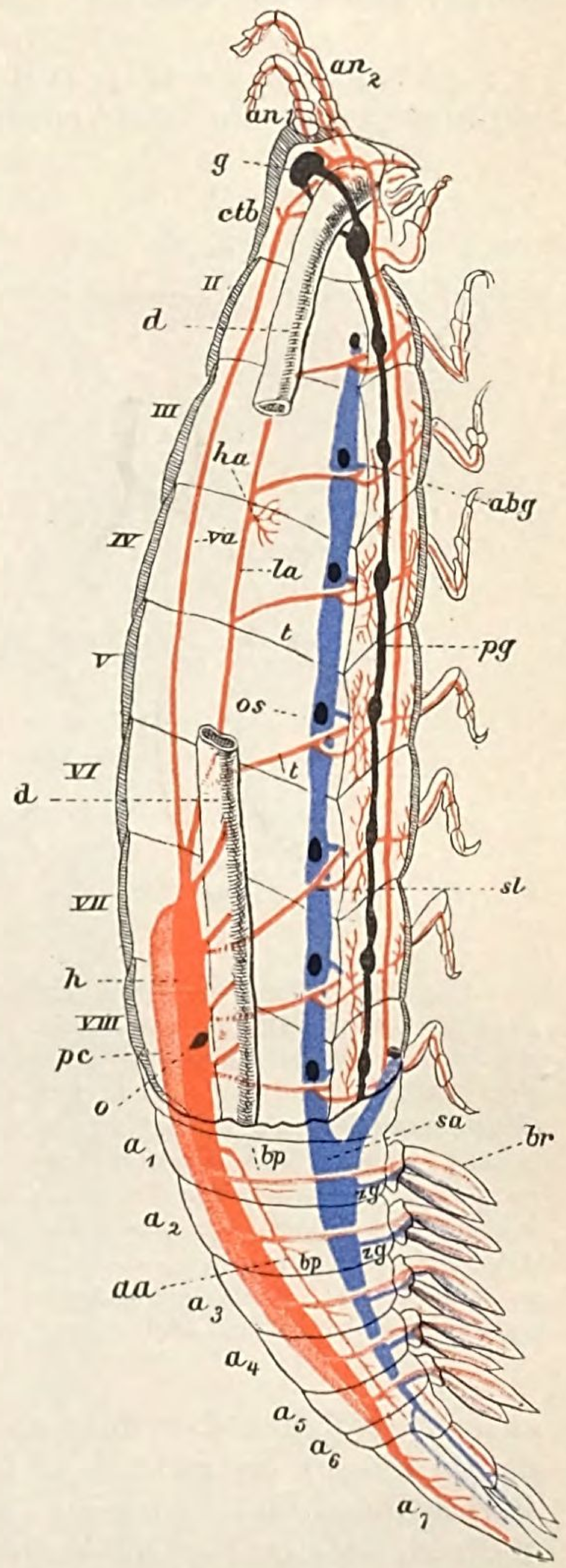


Fig. 241. **Ein idealer Isopode,** von der Seite gesehen. Die rechte Thoracal- und Kopfwand entfernt. Ein Theil des Darmes (*d*) weggeschnitten. (Nach DELAGE.) Arteriensystem roth, Venensystem blau, Nervensystem schwarz. an_1 Vordere, an_2 hintere Antennen, *ctb* Cephalothorax, *II—VIII* 7 freie Thoracalsegmente, a_1—a_7 7 Abdominalsegmente, *br* Kiemen (Pleopoden), *g* Gehirn, *d* Darm, *h* Herz, *o* Ostium des Herzens, *pc* Pericard, *va* vordere Aorta, *la* laterale Arterien, *t* Thoracalarterien, *ha* Leberarterie, *sl* Lateralsinusse der Thoracalregion, *sa* Abdominalsinus, *abg* Insertionsstelle der Brustfüsse, *pg* Subneuralgefäss (die Verweislinie sollte nur bis zur rothen, nicht bis zur schwarzen Linie gehen), *bp* Branchio-Pericardialgefässe, *zg* zuleitende Kiemengefässe, *aa* Abdominalaorta, *os* Ostien (?) der Lateralsinusse.

sich gewöhnlich im Thorax ein grosser, paariger, ventraler Blutsinus, der im Abdomen unpaar wird. 5 Paar Gefässe führen das venöse Blut aus dem Abdominalsinus in die als Kiemen fungirenden Pleopoden. 5 Paar ausführende Gefässe (Venen) führen das in den Kiemen arteriell gewordene Blut in den Pericardialsinus, aus dem es durch die Ostien in das Herz eintritt und bei dessen Contraction in die Arterien und von da aus in den Körper getrieben wird.

Amphipoda (Fig. 243). Gegenüber dem stark entwickelten und reich verästelten Arterien- und Venensystem der Isopoden tritt bei den Amphipoden das Lacunensystem in den Vordergrund. Das gewöhnlich in den 5 oder 6 vordern, freien Brustsegmenten liegende langgestreckte röhrenförmige Herz besitzt gewöhnlich 3, seltener (Corophium) 1 oder (Platysceliden) 2 Ostienpaare. Es setzt sich in eine vordere und eine hintere medio-dorsale Aorta fort, die das Blut entweder direkt oder durch weitere arterielle Verzweigungen in einen die ganze Länge des Körpers durchziehenden, zwischen Integument und Darm liegenden, grossen ventralen Blutsinus ergiessen. Besondere (zuführende) Blutströme (Gefässe?) leiten das gemischte Blut in die Extremitäten des Thorax und Abdomens (also auch in die Kiemenschläuche der Thoracalgliedmaassen). Besondere ableitende Ströme sammeln das Blut in diesen Extremitäten (also auch das in den Kiemen arteriell gewordene Blut) und führen es durch 7 Stromschlingen im Thorax und 6 im Abdomen in das Pericardium zurück, welches sich über das Herz hinaus nach hinten bis an das Ende des Abdomens erstreckt. Bei Corophium fehlt der abdominale Theil des Pericardiums und fehlen die abdominalen, das Blut aus den Pleopoden zum Pericard ableitenden Gefässschlingen. — Das Blutgefässsystem der Caprelliden stimmt im Grossen und Ganzen mit dem der übrigen Amphipoden überein, abgesehen von der Reduktion des abdominalen Theiles, welche natürlich mit der Verkümmerung des Abdomens zusammenhängt.

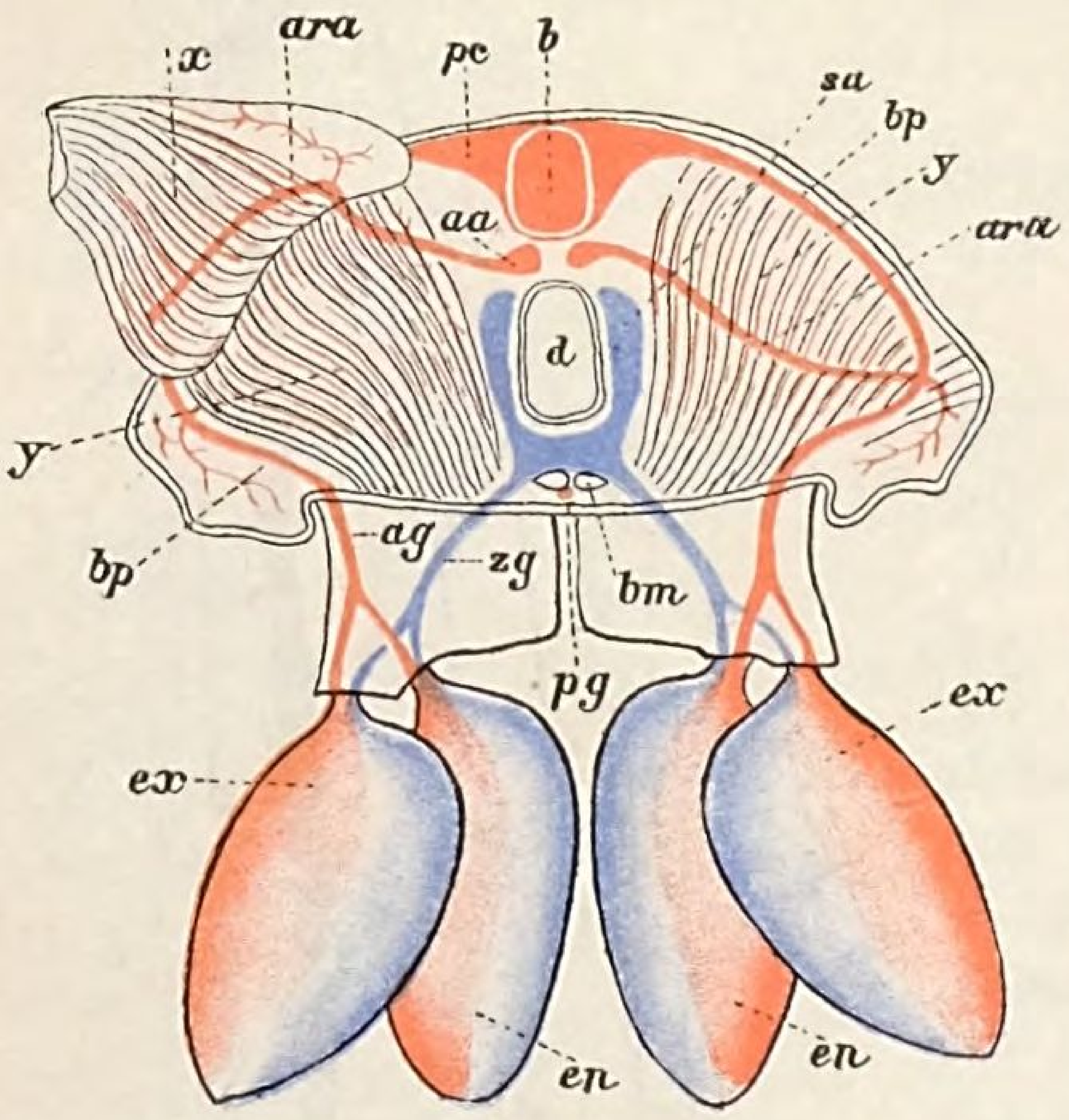


Fig. 242. **Conilera cylindracea** (nach Delage). Querschnitt des Abdomens. Die meisten Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 241. *b* Herz, *x* und *y* Muskelschichten (Muskellamellen) zur Bewegung der Kiemen (Pleopoden), Beuger und Strecker, *ara* die sie versorgenden Abdominalarterien, *x* ist zurückgeschlagen, *ex* äussere, *en* innere Kiemenlamelle der Pleopoden (Exo- und Endopoditen), *ag* abführendes, *zg* zuführendes Kiemengefäss, *bm* Bauchmark, *pg* Subneuralgefäss, *sa* Abdominalsinus.

Aus der vorstehenden Darstellung geht hervor, dass bei den Amphipoden das arterielle Blut nirgends vom venösen irgendwie scharf gesondert ist.

Anisopoda. Diese Abtheilung der Arthrostraken, welche sich sonst in vielen Punkten der Organisation eher den Isopoden als den

Amphipoden nähert, zeigt im Blutgefässsystem grössere Uebereinstimmung mit den letzteren. Doch entspringen aus dem Hinterende des thoracalen Herzens 2 Abdominalaorten und der Pericardialsinus setzt sich in das Abdomen fort. Das Herz von Apseudes besitzt auf der linken Seite zwei Ostien, auf der rechten nur eines; in der Jugend sind 2 Ostienpaare vorhanden. Ueber die grosse Bedeutung dieser Thatsache siehe weiter unten.

Bei allen Arthrostraken sind sowohl die paarigen Ostien als die Ursprungsstellen der Aorten mit Klappenvorrichtungen versehen.

Thoracostraca. Die Verhältnisse des Circulationssystems schliessen sich an diejenigen der Isopoden an. Unter den Malacostraken sind es die Stomatopoden, die wir als Ausgangspunkt unserer Darstellung wählen müssen. Es sind die unter den Namen Alima und Erichthus bekannten älteren Larven von Squilla, deren von dem erwachsenen wohl kaum erheblich abweichendes Circulationssystem am genauesten untersucht worden ist. Das Herz (Fig. 244) erstreckt sich als ein vielkammeriges Rückengefäss von der Maxillarregion (hinter dem Magen) durch den Thorax und das Abdomen bis an das Ende des 5. Abdominalsegmentes. Es lassen sich an ihm 2 Abschnitte unterscheiden, ein kurzer vorderer erweiterter und ein hinterer langgestreckter. Wahrscheinlich entspricht der vordere allein dem Herzen der Decapoden. Er reicht bis an die hintere Grenze des ersten Maxillarfusssegmentes, besitzt ein grosses Ostienpaar und entsendet folgende Gefässe: a) eine vordere unpaare Kopfaorta (*ac*), b) und c) ein vorderes schwächeres und ein hinteres stärkeres Arterienpaar. Der zweite Abschnitt, das vielkammerige Rückengefäss, besitzt 12 Ostienpaare, entsendet 13 Arterienpaare und eine unpaare hintere Aorta. Um das Gesammtbild des Circulationssystems zu vervollständigen und die Beziehungen dieses Systems zu

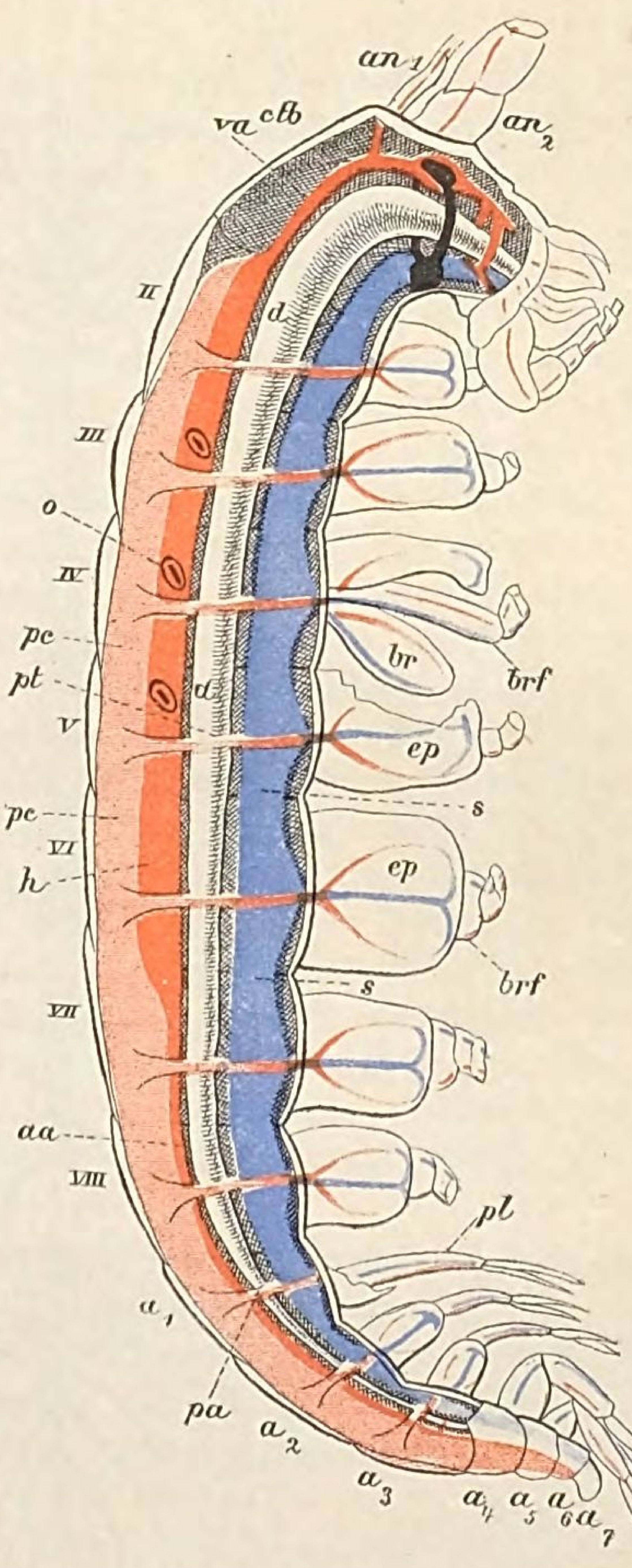


Fig. 243. **Ein idealer Amphipode**, von der Seite (nach Delage). Die meisten Bezeichnungen wie in Fig. 241. *pt* Pericardialgefässe von den Epimeren *ep*, Extremitäten *brf* und Kiemen *br* des Thorax kommend, *pa* Pericardialgefässe des Abdomens, *s* Bauchsinus, *ep* Epimeren. Die Epimeren von Thoracalsegment *IV* und *V* zum Theil abgeschnitten. *pl* Pleopoden.

Fig. 244.

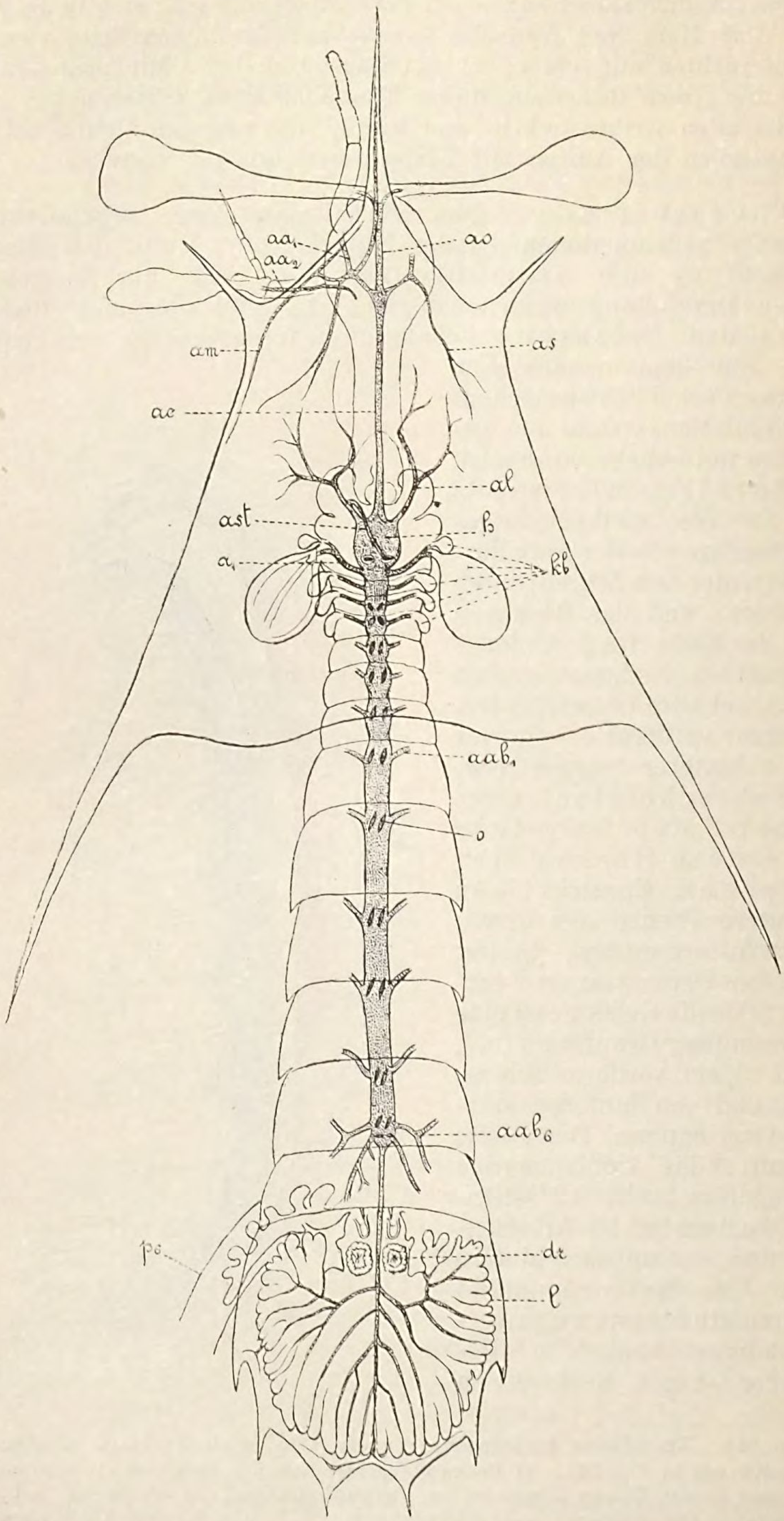


Fig. 244. **Circulationssystem einer älteren Squillalarve**, vor dem Uebergang in die Squillaform (nach CLAUS). *h* Herz, das sich nach hinten in das vielkammerige und mit zahlreichen Ostienpaaren (*o*) versehene Rückengefäss fortsetzt, *ac* Kopfaorta, *ao* Augenarterie, aa_1, aa_2 Arterien der beiden Antennenpaare, *am* Randarterie der Rückenschale, *ast* Arteria sternalis, *al* Leberarterie, *as* Schalenarterie, a_1 1. Seitenarterie des Rückengefässes, aab_1 bis aab_6 Seitenarterien des Abdomens, *dr* Drüsensäckchen am Enddarm, *l* Leberlappen im Telson, p_6 6. Pleopod (Uropod), *kb* Kiemenblätter (Epipodialanhänge) der Mundfüsse.

demjenigen der Isopoden in das rechte Licht zu setzen, müssen wir noch sagen, dass ein medianes, den ganzen Körper unter dem Bauchmark durchlaufendes Subneuralgefäss vorkommt, dass das gesammte venöse System lacunär ist und dass zwei venöse Hauptsinusse vorhanden sind, ein ventraler und ein dorsaler. Letzterer ist der Pericardialsinus. Das arterielle System hingegen weist reich verzweigte und sich in Capillaren auflösende eigenwandige Gefässe auf.

Ueber das speciellere Verhalten theile ich Folgendes mit: Die Kopfaorta versorgt die Augen, die beiden Antennenpaare, das Gehirn und die vorderen seitlichen Regionen der Schale. Das vorderste Arterienpaar versorgt die Mandibeln und Maxillen und die mittleren Partien der Schale. Das grosse 2. Arterienpaar versorgt wahrscheinlich die Maxillen und Maxillarfüsse; die eine Arterie tritt zwischen den Längscommissuren der Ganglien des ersten und zweiten Maxillarfusssegmentes hindurch mit dem Subneuralgefäss in Verbindung. (Vergleiche die Sternalarterie der Schizopoden und Decapoden). Das Subneuralgefäss giebt vorzugsweise Gefässschlingen an die Ganglien des Bauchmarks ab, aber auch Aeste an die Gliedmaassen. Die 13 Arterienpaare des vielkammerigen Rückengefässes versorgen Brust und Abdomen mit den dazu gehörigen Extremitäten, und zwar so, dass das zu einem Ostienpaar gehörende Arterienpaar sich nicht im eigenen, sondern im vorhergehenden Körpersegment verbreitet. Das ganze Herz dürfte um ein Segment nach hinten verschoben sein, so dass das im ersten Abdominalsegment liegende Ostienpaar (es liegen im Abdomen 7 Ostienpaare) dem hintersten Brustsegmente angehören würde. Die hintere Aorta versorgt das Telson reichlich mit Seitenzweigen. Was das venöse System anlangt, so führen paarige seitliche Blutsinusse das Blut aus den Extremitäten und übrigen Organen in den grossen Bauchsinus. Von da strömt das Blut in den Pericardialsinus und durch die Ostien in das Herz zurück. Nur im Abdomen, dessen Gliedmaassen die Kiemen tragen, scheint das arteriell gewordene Blut mit Umgehung des Bauchsinus direkt wieder in den Pericardialsinus zurückzuströmen.

Ein Vergleich mit jüngeren Squillalarven vom sogenannten Erichthoidinastadium macht es höchst wahrscheinlich, dass 2 dort vorhandene vordere Ostienpaare des Rückengefässes im Laufe der Entwickelung verschwinden. Während sonst im vielkammerigen Rückengefäss je ein Ostienpaar über einem austretenden Arterienpaar liegt, entsprechen den beiden vordersten Arterienpaaren keine Ostien.

Das Vorhandensein eines mit vielen Ostienpaaren versehenen, ins Abdomen hineinreichenden gekammerten Rückengefässes steht unter den Thoracostraken bei den Stomatopoden allein da. Es haben sich hier offenbar, im Zusammenhang mit der Localisation der Athmung auf die Kiemenbüschel der Abdominalgliedmaassen, ursprünglichere Verhältnisse erhalten.

Den Stomatopoden müssen wir, was das Blutgefässsystem betrifft, die übrigen Thoracostraken, wenigstens die Schizopoden und Decapoden, bei denen eine sehr grosse Uebereinstimmung im Aufbau dieses Systems nicht zu verkennen ist, gegenüberstellen.

Das Blutgefässsystem der Cumaceen ist noch nicht hinreichend erforscht, wahrscheinlich stimmt es ziemlich mit demjenigen der Schizopoden und Decapoden überein.

Ich will zunächst das Herz besprechen, dann das gesammte Blutgefässsystem eines Decapoden, des Flusskrebses, schildern und zum Schluss die wichtigsten Abweichungen erwähnen, welche das Blutgefässsystem der Schizopoden und übrigen Decapoden, verglichen mit dem des Flusskrebses, darbietet.

Das Herz der Schizopoden, Decapoden und Cumaceen erscheint gegenüber dem Stomatopodenherz ausserordentlich verkürzt und mit wenigen (2—3 Paaren) Spaltöffnungen versehen. Es liegt immer in der Brust und erstreckt sich nirgends mehr in das Abdomen. Diese Verkürzung wurde phylogenetisch offenbar bedingt durch die Localisation der Athmung auf die Brustregion (Kiemen der Brustfüsse, Kopfbrustschild als Athmungsorgan) und durch die mehr oder weniger weitgehende Verschmelzung der Brustsegmente.

Unter den Schizopoden ist das Herz noch langgestreckt bei Siriella, wo es fast die ganze Brust bis in das letzte Thoracalsegment durchzieht. Es verkürzt sich fortschreitend bei Mysis und Mysidopsis. Bei Euphausia hat es ganz den gedrungenen Bau des Decapodenherzens und besitzt, wie letzteres, 3 Ostienpaare, ein dorsales, ein seitliches und ein unteres, während es bei den andern Schizopoden und bei den Zoealarven der Decapoden 2 Ostienpaare aufweist.

Das Circulationssystem des Flusskrebses (Fig. 235, p. 346, u. Fig. 245). Aus dem Herzen entspringen folgende Gefässe: a) Vorn die unpaare Kopfaorta, welche mit ihren reichlichen Verzweigungen das Gehirn und die Augen versorgt. b) 2 vordere seitliche Arterien (auch Antennenarterien genannt). Diese geben Zweige an den Magen, die Antennendrüse, die vorderen und hinteren Antennen und das Kopfbrustschild ab. c) Die beiden Leberarterien. Sie entspringen am vorderen und unteren Rande des Herzens und verästeln sich in der Leber. d) Die Sternalarterie. Sie entspringt vom bulbusartig ausgezogenen unteren und hinteren Ende des Herzens, steigt auf der rechten oder linken Seite des Darmes senkrecht abwärts, tritt zwischen den auseinanderweichenden Längscommissuren des zweit- und drittletzten Brustganglions hindurch, um unter dem Bauchmark in das Subneuralgefäss einzumünden. e) Die hintere Aorta entspringt aus dem hintersten Herzende und verläuft über dem Darm im Abdomen nach hinten, in jedem Segment ein Paar Seitenarterien abgebend, welche Darm, Haut und Musculatur des Abdomens versorgen. — Das Subneuralgefäss, welches sein Blut von der Sternalarterie, die einem Theil einer modificirten Seitenarterie des Herzens (siehe Stomatopoden) entspricht, erhält, ist uns schon von den Isopoden und Stomatopoden her bekannt, spielt aber hier und bei allen Decapoden eine viel grössere Rolle, indem Seitenzweige dieses Gefässes sämmtliche Gliedmaassen von den Maxillen bis zu den letzten Pleopoden versorgen. Ausserdem dient es noch zur Ernährung des Bauchmarks, welche Funktion ihm bei den Stomatopoden

noch fast ausschliesslich zukommt, indem dort die Gliedmaassen vorzugsweise durch Zweige der Seitenarterien des Herzens versorgt werden. Sämmtliche Arterien verästeln sich reichlich und gehen in arterielle Capillaren über, die das Blut durch offene Mündungen in das venöse Lacunensystem des Körpers ergiessen. Wenn auch, wie bei allen Krebsen, die Blutströmung in diesem Lacunensystem eine geregelte und constante ist, und wenn auch oft venöse Blutkanäle zu Stande kommen, so finden sich doch auch bei den Decapoden keine eigenwandigen venösen Gefässe. Das venöse Hohlraumsystem stellt vielmehr auch hier die Leibeshöhle dar. Auf die Beschreibung der einzelnen venösen Blutbahnen und Ströme kann ich hier nicht näher eingehen. Fast alles venöse Blut aber strömt in letzter Linie zusammen in einem grossen ventralen Blutsinus des Cephalothorax. Von den Seitentheilen dieses Sinus führen Kanäle das venöse Blut in die Kiemen, während andere Kanäle das in den Kiemen arteriell werdende Blut von den Kiemen weg und dem Pericardialsinus zuführen. Die Athmungsorgane sind also hier, und das gilt für alle Arthropoden, in denjenigen Theil des Blutkreislaufs eingeschaltet, welcher das Blut aus dem Körper zum Herzen zurückführt. Aus dem Pericard tritt das arterielle von den Kiemen herstammende Blut, vermischt mit Blut, welches aus dem Cephalothoracalschild zurückströmt, durch die Ostien des Herzens in dieses ein. Sowohl die Ostien als die Arterienursprünge des Herzens sind mit Klappenvorrichtungen versehen. Die Klappen der Ostien verhindern ein Zurückströmen des Blutes in das Pericard, diejenigen der Arterienursprünge ein Zurückströmen des Blutes aus den Arterien in das Herz. Zieht sich das Herz zusammen (Systole), so wird das in ihm enthaltene Blut in die Arterien getrieben, erweitert sich das Herz darauf wieder (Diastole), so saugt es Blut aus dem Pericard durch die Ostien in sich auf.

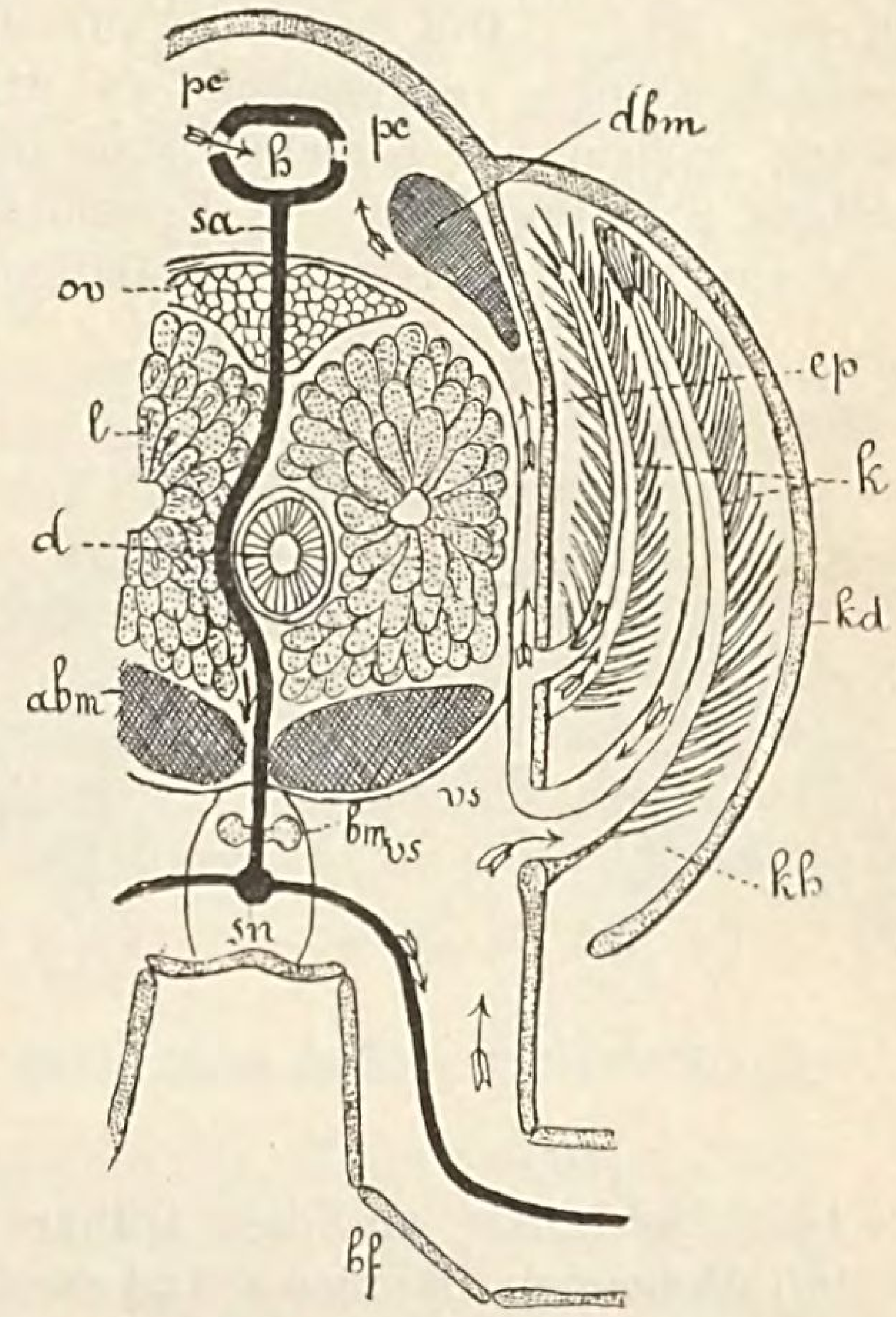


Fig. 245. **Querschnitt durch den Cephalothorax des Flusskrebses in der Gegend des Herzens, schematisch.** *kd* Kiemendeckel, *k* Kiemen, *kh* Athem- oder Kiemenhöhle, *ep* Seitenwand des Cephalothorax, *pc* Pericard, *h* Herz, *sa* Sternalarterie, *l* Hepatopancreas, *d* Darm, *abm* ventrale Längsmuskeln zum Abdomen, *dbm* dorsale Längsmuskeln zum Abdomen, *bm* Bauchmark, *sn* Subneuralgefäss, *bf* Gehfuss, *vs* ventraler Sinus, *ov* Ovarium. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an. (Nach HUXLEY und PLATEAU.)

Bei den Mysideen (excl. Euphausia) finden sich 2 oder 3 unpaare Leberarterien, die von der ventralen Herzwand entspringen. Der abdominale Theil des Subneuralgefässes fehlt. Beim Männchen von Siriella, welches an den Pleopoden Kiemen trägt, beziehen die Pleopoden das Blut aus Aesten der Seitenarterien der hinteren Aorta. Bei Schizopoden,

Cumaceen und Decapodenlarven, bei denen die Kiemen noch nicht entwickelt sind, ist der Blutkreislauf im Cephalothoracalschild mit seinen Duplicaturen ein sehr reger, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass in ihm bei den besonderer Kiemen entbehrenden Formen ganz vorwiegend die Athmung stattfindet. Bei Siriella und Mysis, vielleicht noch bei anderen Schizopoden, spielen höchst wahrscheinlich auch die Seitenpartien des von der Schalenduplicatur bedeckten Thoracalintegumentes (die sogenannte innere Wand der Athemhöhle) eine respiratorische Rolle (vergl. Fig. 223, pag. 329). Die das Blut aus den Brustfüssen zum Herzen zurückführenden Gänge verursachen an diesem Integument leistenartige Vorsprünge, welche als Kiemenleisten bezeichnet werden können. Die beständigen Schwingungen des Epipodialanhanges des ersten Brustfusses im Athemraum erzeugen einen beständigen Wasserwechsel in demselben.

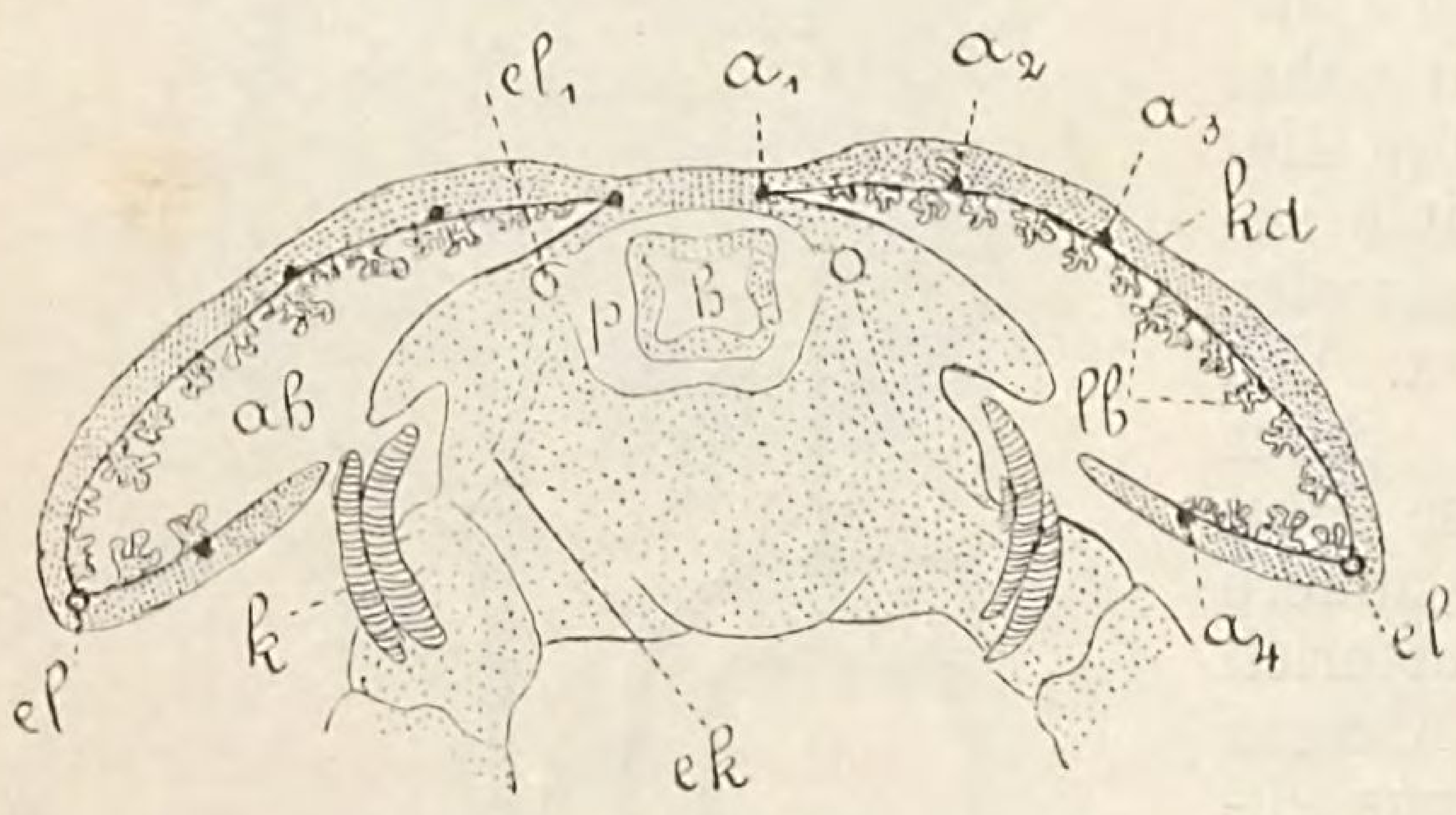


Fig. 246. **Birgus latro. Schematischer Querschnitt in der Gegend des Herzens** (nach SEMPER). *kd* Kiemen- oder Lungendeckel, *h* Herz, *k* Kiemen, *ah* Athemhöhle, *p* Pericard, *ek* zum Herzen ableitende Kiemenblutkanäle, a_1, a_2, a_3, a_4 vom Herzen zuführende Lungen- oder Schalengefässe, *lb* Lungenbüschel, *el* zum Herzen ableitender Lungenblutkanal, el_1 derselbe nahe der Mündung in das Pericardium.

Im Anschluss an das früher (p. 337) über das Athmungsorgan des luftathmenden Birgus latro Gesagte, will ich hier den respiratorischen Kreislauf dieses Thieres kurz besprechen. Die Athmungsorgane sind verästelte Büschel, die sich auf der Innenfläche des die Athemhöhle bedeckenden „Kiemendeckels“ erheben. Der bei allen Thoracostraken bestehende Schalenkreislauf, welcher auch bei vielen wasserathmenden Formen bei der Athmung eine grosse Rolle spielt, vermittelt hier die Luftathmung. Im Kiemendeckel, hier besser Lungendeckel, und seinen büschelförmigen Anhängen findet sich ein reiches Maschenwerk von Bluträumen, welches sich zwischen die ein- und ausführenden Blutkanäle einschaltet. Das Blut tritt durch einen grossen Kanal aus dem venösen Blutsinus des Kopfes in die Lungendecke ein. Dieser Kanal theilt sich in 4 Aeste, von denen drei an dem oberen, einer an dem unteren Theil der Lungendecke verlaufen und die sich in das Maschenwerk von Bluträumen auflösen. Aus diesen wird das arteriell gewordene Blut durch Kanäle gesammelt, die sich zu einem grossen Stamm vereinen, welcher der Kante des Lungendeckels entlang zuerst nach hinten, dann nach oben und schliesslich nach vorn verläuft, um sich vor dem Eintritt in das Pericard mit dem von den kleinen Kiemen kommenden Kanal zu vereinigen.

Das Blut der Krebse ist gewöhnlich farblos, bisweilen aber gelblich, grünlich oder röthlich gefärbt. Im letzteren, z. B. bei Branchipoden beobachteten Falle ist der Blutfarbstoff Hämoglobin. Die farblosen Blutkörperchen sind fast immer in amöboider Weise formveränderlich.

Was das in Lage und Form überaus verschiedenartige Herz der Krebse anbetrifft, so haben wir uns der Ansicht angeschlossen, dass

dasselbe bei den Krebsen ursprünglich, ähnlich wie bei Branchipus, ein langgestrecktes, vielkammeriges, mit vielen segmentalen Ostienpaaren ausgestattetes Rückengefäss war. Aus dieser Herzform haben sich alle andern Herzformen durch Reduktion vorderer oder hinterer Abschnitte, durch Schwund zahlreicher Ostienpaare entwickelt. Für diese Reduktion waren die Localisation der Athmung, die verschiedenartige Differenzirung der verschiedenen Körperabschnitte, die Verschmelzung von Segmenten die bedingenden Hauptursachen. Mit der vorgetragenen Ansicht stimmen auch die schon erwähnten ontogenetischen Thatsachen, dass im Laufe der Entwicklung Ostienpaare verschwinden können (Apseudes, Stomatopoden), überein. Bei vielen Isopoden liegen die Ostien am Herzen rechts und links alternirend; vielleicht kommt dieses Verhalten dadurch zu Stande, dass an den anfänglich mit paarigen Ostien ausgestatteten Herzen alternirende Ostien ausfallen.

Die Thatsache, dass bei manchen Krebsen, z. B. den Branchiopoden, welche von der Naupliuslarve an eine lange Reihe von Metamorphosen durchmachen, die Ostienpaare sich mit dem Herzen successive von vorn nach hinten bilden, kann nicht als Einwand gegen die vorgetragenen Ansichten angeführt werden. Denn diese Bildungsweise entspricht überhaupt der Art der ontogenetischen Differenzirung des Arthropoden- und Wurmkörpers, welche von vorn nach hinten stattfindet. Die ganze Frage hängt auf das innigste mit der später zu erörternden Auffassung von der phylogenetischen Bedeutung der Larvenformen der Krebse zusammen.

VIII. Die Exkretionsorgane (Antennendrüse, Schalendrüse).

Wenn auch umfassendere vergleichende Untersuchungen über die Art der Exkretion noch fehlen, so wissen wir doch schon so viel, dass diese in sehr verschiedener Weise und durch sehr verschiedene Organe vermittelt wird. Von diesen Organen sollen hier nur zwei, die Schalendrüse und die Antennendrüse, berücksichtigt werden. Gewisse Darmanhänge und Hautdrüsen, die auch im Dienste der Exkretion stehen dürften, finden in den Abschnitten über Darm und Haut Berücksichtigung. Freilich dürfte auch damit die Zahl der bei der Exkretion eine Rolle spielenden Körpertheile nicht erschöpft sein.

Was die Antennendrüse und die Schalendrüse anbetrifft, so will ich nach einander Bericht erstatten über ihre Zahl und Lage im Körper, über ihr Vorkommen und ihre Verbreitung, ihren Bau, ihre Entwicklung und ihren morphologischen Werth.

Zahl und Lage. Sowohl die Antennen- als die Schalendrüse ist in einem Paare vorhanden. Die erstere mündet am Basalglied der hintern Antennen. Die Drüse selbst liegt entweder ganz in diesem Basalglied oder zum geringern oder grössern Theile in der benachbarten Leibeshöhle des Kopfes. Die Schalendrüse liegt in der Schalenduplicatur oder im Cephalothoracalpanzer in einer Gegend, welche ursprünglich dem 2. Maxillarsegment entspricht. Ihre Mündung liegt an den hinteren Maxillen oder in deren Nähe.

Vorkommen. Die Antennendrüse ist bei den Krebsen weit verbreitet. Sie scheint nur bei den Isopoden zu fehlen. Während sie bei den Malacostraken im Allgemeinen im erwachsenen Zustande am besten entwickelt ist, tritt sie bei Entomostraken nur auf Larvenstadien auf

und erhält sich nur selten in verkümmertem Zustande beim erwachsenen Thier. Bei den Decapoden ist die Antennendrüse als grüne Drüse bezeichnet worden.

Die Schalendrüse ist bei erwachsenen Entomostraken weit verbreitet. Unter den Malacostraken ist sie bei Nebalia, ferner bei Isopoden, Anisopoden, Cumaceen und bei Larven von Formen (Sergestes, Euphausia) beobachtet worden, denen sie im erwachsenen Zustande fehlt. Bei Nebalia findet sie sich in reducirtem Zustande.

Bau und Entwickelung. Der Bau der Antennendrüse (Fig. 247) ist im Wesentlichen überall derselbe. Wir unterscheiden an ihr ein Endsäckchen und ein schleifenartig gewundenes Harnkanälchen, welches am Basalglied der hintern Antenne ausmündet. Die Beschaffenheit der Epithelwand ist im Endsäckchen und im Harnkanälchen verschieden. Häufig erweist sich die Wand des letzteren auf einem Querschnitt als aus einer einzigen Zelle bestehend, sein Lumen wäre also intracellulär. Bei höhern Krebsen aber treten die Zellen in grösserer Anzahl und dichter gedrängt auf, und das Lumen wird intercellulär. Das Harnkanälchen verlängert sich bei den Malacostraken ausserordentlich und legt sich knäuelartig in complicirte Windungen. An seinem distalen Ende (nahe der Ausmündung) erweitert es sich dann zu einer Harnblase. Sowohl das Endsäckchen als das Harnkanälchen kann sich bei den höhern Krebsen durch Bildung seitlicher Ausstülpungen weiter compliciren.

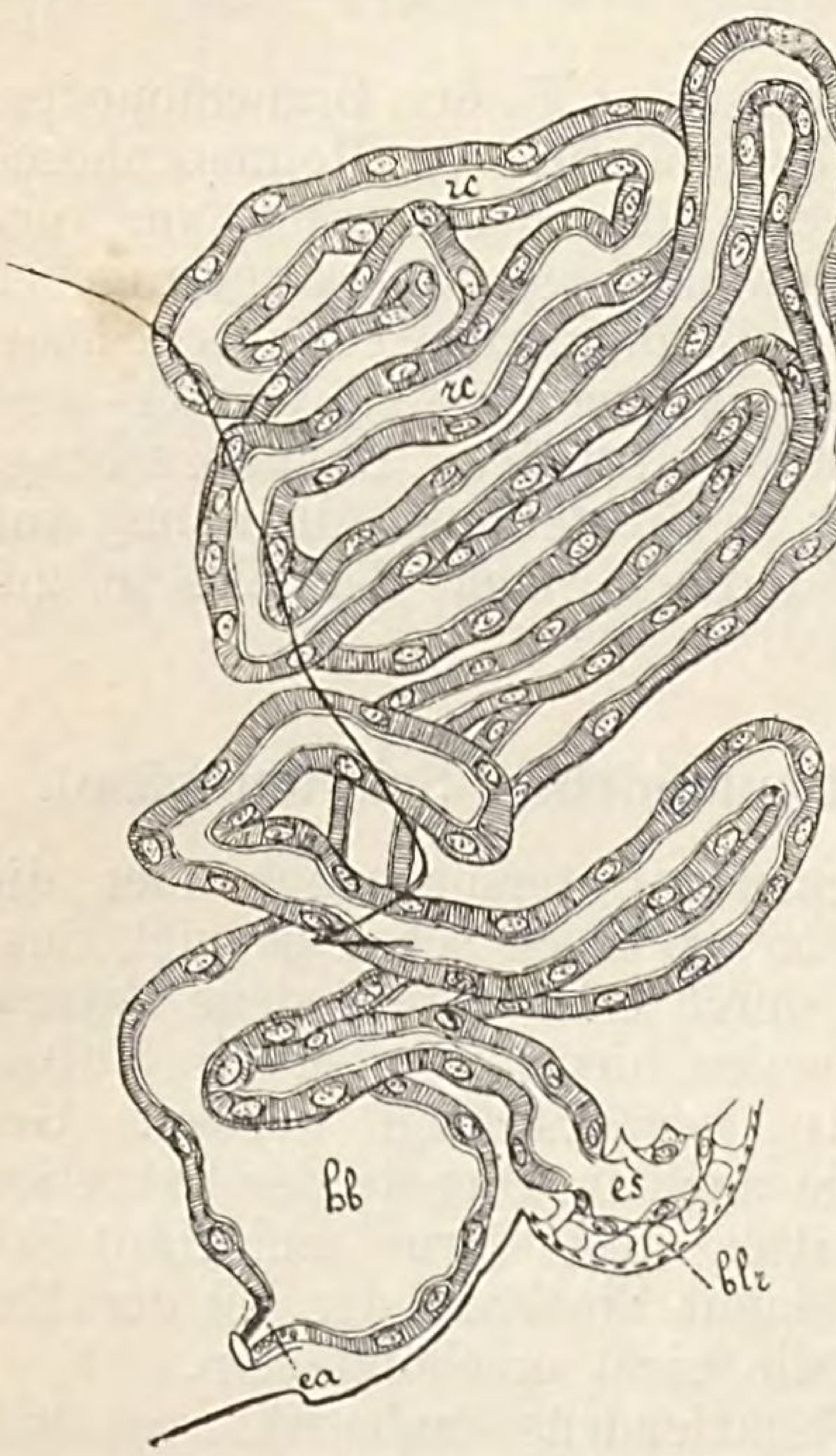


Fig. 247. **Linke Antennendrüse von Mysis** (nach GROBBEN). *rc* Harnkanälchen, *hb* Harnblase, *es* Endsäckchen, *blr* Blutlacunen, *ea* Harnleiter (Ausführungsgang).

Die Schalendrüse zeigt im Wesentlichen denselben Bau, wie die Antennendrüse.

Dass wir es bei der Antennen- und Schalendrüse mit Exkretionsorganen zu thun haben, dafür spricht unter anderem die Thatsache, dass, wenn man die Thiere mit Karmin füttert, nach einiger Zeit in den Drüsensäckchen, wenigstens denjenigen der Antennendrüse, Karminkörperchen angetroffen werden.

Der bei den Cladoceren untersuchten Entwickelung nach soll die Schalendrüse mesodermalen Ursprungs sein. Die Antennendrüse (des Flusskrebses) hingegen soll aus einer Hauteinsenkung hervorgehen und somit zu den Hautdrüsen gehören. Diese Angabe dürfte noch der Bestätigung bedürfen.

Morphologischer Werth. Wenn wir die nach den vorliegenden Beobachtungen verschiedene Entwickelung unberücksichtigt lassen, so erscheint es nach der wesentlichen Uebereinstimmung im Bau wahrscheinlich, dass die Schalen- und die Antennendrüse segmental homologe Gebilde sind. Aus ihrer grossen Verbreitung bei Entomostraken und Malacostraken oder deren Larven lässt sich ferner der Schluss ziehen, dass diese Drüsen von den Stammformen der Krebse überkommene, phylogenetisch sehr alte Organe sind. Die Ansicht, dass sie den Nephridien der Annulaten homolog sind, lässt sich durch manche den gröberen und feineren Bau betreffende Thatsachen stützen. Diese Ansicht würde durch den Nachweis einer gleichartigen Entwickelung aus dem Mesoderm viel an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Ein bündiger Beweis für die supponirte Homologie ist jedoch zur Zeit noch nicht geliefert.

Es ist hier vielleicht der Ort, der Cementdrüsen der Cirripedien Erwähnung zu thun, die an dem vorletzten Glied der kleinen Haftantennen (vorderen Antennen) ausmünden. Das erhärtende Sekret dieser Drüsen dient zur Befestigung der Thiere an der Unterlage.

Ausserdem sind in neuerer Zeit gewisse, früher als Riechorgane gedeutete Drüsenschläuche von Cirripedien, welche an den äusseren Maxillen ausmünden, als den Nephridien der Annulaten gleichwerthige Gebilde (Segmentalorgane) gedeutet worden. Sie sollen mit der Leibeshöhle in offener Communication stehen.

IX. Bindegewebe.

Darüber nur einige wenige Worte. Bindegewebe findet sich im ganzen Körper der Krebse. Bindegewebige Platten, Membranen u. s. w. liegen dicht unter der Hypodermis, umhüllen den Darmkanal, die Geschlechtsorgane, als Neurilemm das Nervensystem. Bindegewebige Stränge, Fasern, Mesenterien verbinden von Stelle zu Stelle innere Organe mit einander und mit dem Integument. Das lacunäre Blutgefässsystem, die Leibeshöhe, wird in grösserer Ausdehnung, doch freilich nicht continuirlich, von Bindegewebe begrenzt.

Eine besondere Form des Bindegewebes stellt der bei Crustaceen vielfach verbreitete Fettkörper dar, dessen Verhalten im Einzelnen ausserordentlich variirt. Häufig umhüllt er Darm und Herz. In den Bindegewebszellen des Fettkörpers finden sich Fetttropfen, Fettkugeln, daneben häufig Proteïnkörner. Der Fettkörper spielt offenbar beim Stoffwechsel eine bald grössere, bald geringere Rolle. Er ist meist auf verschiedenen Altersstadien, zu verschiedenen Jahreszeiten und bisweilen auch bei beiden Geschlechtern verschieden ausgebildet. Bei Larvenformen ist er vor der eine Verwandlung begleitenden Häutung oft stark entwickelt und stellt einen Herd von Reservenahrung für den Umwandlungsprocess dar. Bei einigen Krebsen, die während der Zeit der Geschlechtsreife oder des Brutgeschäftes keine Nahrung zu sich nehmen, ist er vor dem Eintritt dieser Zeit stark ausgebildet, nachher aber stark reducirt.

Bindegewebszellen können zu häufig sternförmig verästelten, bisweilen contractilen Pigmentzellen werden, doch kommt gelegentlich auch Pigment in Hypodermis- und Darmzellen vor.

X. Geschlechtsorgane.

Die Crustaceen sind mit wenigen Ausnahmen, die für sich besprochen werden sollen, getrennt geschlechtlich. Männliche und

weibliche Geschlechtsorgane sind nach einem und demselben Typus gebaut und haben die gleiche Lage im Körper. Als Regel kann gelten, dass sowohl männliche als weibliche Geschlechtsorgane paarig sind und zwar in einem Paare vorkommen. Diese Zahl wird nirgends überschritten.

Wir können an den Geschlechtsorganen einander im männlichen und weiblichen Geschlecht entsprechende Abschnitte unterscheiden; nämlich erstens die keimbereitenden Organe (Ovarien beim Weibchen, Hoden beim Männchen), zweitens die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen (Ovidukte, Eileiter beim Weibchen, Vasa deferentia, Samenleiter beim Männchen), drittens einen vom Ovidukte oder Vas deferens anatomisch und entwicklungsgeschichtlich scharf gesonderten Endabschnitt der Leitungswege (Vulva, Vagina, Receptaculum seminis beim Weibchen, muskulöser Ductus ejaculatorius beim Männchen) und viertens äussere Begattungswerkzeuge.

Ovarien und Hoden sind in ihren frühesten Anlagen nicht zu unterscheiden (indifferente Anlage). Sie lassen sich frühzeitig als distinkte Zellgruppen im übrigen Mesoderm erkennen, bisweilen lassen sich ihre Anlagen bis auf eine oder zwei Furchungszellen zurückverfolgen.

Die Ovidukte und Vasa deferentia entstehen vielleicht getrennt von den Anlagen der Keimdrüsen, aus dem Mesoderm.

Die Endabschnitte der Leitungswege entstehen durch Einstülpungen der äusseren Haut.

Die äusseren Begattungsapparate sind entweder umgewandelte Gliedmaassen, oder Anhänge von Gliedmaassen, oder Fortsätze, Falten, Höckerbildungen u. s. w. der Haut des Körperstammes.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass die Geschlechtsorgane bei allen Krebsen ursprünglich paarig waren. Sie können aber theilweise unpaar werden, indem entweder (wie bei den meisten Copepoden und Thoracostraken) die beiden Keimdrüsen durch ein unpaares Verbindungsstück in Zusammenhang treten, oder indem die beiden Leitungswege in grösserer oder geringerer Ausdehnung sich zu einem gemeinsamen, unpaaren Ovidukt oder Vas deferens vereinigen, oder indem die Leitungswege mit einer unpaaren gemeinsamen Oeffnung ausmünden. Immer aber lässt sich an einem (meist am grössten) Theile des Geschlechtsapparates die Duplicität deutlich erkennen.

Die Ovarien und Hoden sind entweder einfache oder verästelte oder gewundene Schläuche oder Säcke, welche im Körper eine dorsale Lage zu beiden Seiten des Darmes, oft zwischen Herz und Darm, einnehmen. Sie liegen im Rumpf bald weiter hinten, bald weiter vorn, bald fast in seiner ganzen Länge. Wo unpaare Verbindungsstücke vorhanden sind, liegen diese dorsal über dem Darm.

Die Geschlechtsöffnungen finden sich mit Ausnahme der Cladoceren und einiger Copepoden, wo sie an die Rückenseite verlagert sind, auf der Bauchseite.

Bei den Entomostraken liegen sie, wenn wir von den Cirripedien absehen, unmittelbar hinter dem gliedmaassentragenden vorderen Rumpftheil, an der Grenze zwischen diesem und dem gliedmaassenlosen Endabschnitt des Rumpfes, den man auch als Abdomen bezeichnet hat. Das einfache oder Doppelsegment, an dem sie ausmünden, wird als Genitalsegment bezeichnet. Es ist also in der Reihenfolge der Segmente

von vorn nach hinten bei den Entomostraken kein bestimmtes, constantes Körpersegment, an welchem die Geschlechtsöffnungen liegen.

Im Gegensatz hierzu ist die Lage der Geschlechtsöffnungen bei den Malacostraken, die Leptostraken wie es scheint nicht ausgenommen, eine ganz bestimmte und constante.

Die männlichen Geschlechtsöffnungen liegen hier überall am hintersten (also 8.) Brustsegment, meist (Thoracostraca) am Basalglied des 8. Brustgliedmaassenpaares. Die weiblichen Oeffnungen finden sich am drittletzten, also am 6. Thoracalsegment, wenn man die mit dem Kopfe verschmolzenen Segmente mitzählt, und zwar meist am Basalglied des Protopoditen des drittletzten Thoracalfusspaares. Von dieser Regel giebt es keine Ausnahmen.

Die Spermatozoen der Krebse zeichnen sich vielfach durch auffallende Grösse und Gestalt aus. Bei den Decapoden sind sie mit strahlenförmig angeordneten Fortsätzen versehen und, wie auch in andern Krebsabtheilungen, unbeweglich.

Häufig werden zahlreiche Spermatozoen von einer gemeinsamen Hülle umschlossen (Spermatophore), welche vom Sekrete drüsiger Theile der männlichen Leitungswege gebildet wird. Ausser einer Dottermembran besitzen die Eier mancher Krebse noch accessorische Hüllen, die von den weiblichen Leitungswegen ausgeschieden werden. Siehe auch den Abschnitt: Brutpflege.

Sollte sich die Annahme als berechtigt erweisen, dass die Ovidukte und Vasa deferentia, ferner die Antennen- und Schalendrüse Annulatennephridien entsprechen, so würden sich, bei der verschiedenen Lage der männlichen und weiblichen Geschlechtsöffnungen, von den segmentalen Nephridien der Annulaten bei den Krebsen noch mehrere Paare, zum mindesten 4, erhalten haben.

Entomostraken. Branchiopoden. Keimdrüsen paarig, bei Branchipus (Fig. 192, pag. 292) schlauchförmig im Abdomen, bei Apus netzförmig verästelt in der beintragenden Rumpfregion. Bei Branchipus zeigen die Ovidukte an ihrem Ende Erweiterungen und münden in einen Uterus, in welchem die Eier eine von besonderen Uterusdrüsen gelieferte Schale erhalten und einige Zeit verweilen. Der Uterus liegt in einer Tasche, welche von miteinander verwachsenden Genitalwülsten (modificirten Gliedmaassen) der beiden Geschlechtssegmente (12. und 13. Rumpfsegment) gebildet wird.

Auch die Vasa deferentia zeigen an ihrem Ende eine Erweiterung (Samenblase) und münden in den muskulösen Ductus ejaculatorius, der bei der Ausstülpung der Ruthe in den Innenraum derselben nachgezogen wird. Die Ruthe ist eine Ectodermwucherung des zweiten Genitalwulstes.

Cladoceren. Ovarien und Hoden sind paarige einfache Schläuche. Ovidukte münden dorsalwärts in das hintere Ende des Brutraums (siehe Brutpflege). Vasa deferentia mit Ductus ejaculatorius münden durch paarige Oeffnungen an der Bauchseite des gliedmaassenlosen Hinterleibs.

Ostracoden. Paarige Keimdrüsen, Vasa deferentia und Ovidukte Die Hoden zerfallen häufig in mehrere Schläuche. Der Ductus ejaculatorius mit Samenblase kann unpaar sein (Cypridina). Z. Th. complicirte Begattungsapparate (umgewandelte hinterste Gliedmasasen) beim Männchen, denen beim Weibchen oft 2 Genitalhöcker entsprechen, welche die Receptacula seminis enthalten. Bei Cypris reichen die Ovarialschläuche in die Schalenduplicatur hinein.

Copepoden. Die Keimdrüsen sind meist unpaar, symmetrisch in den vorderen Rumpfsegmenten dorsal am Darm gelagert. Die ursprüngliche Duplicität tritt bisweilen noch deutlich zu Tage. Bei vielen parasitischen Copepoden (Fig. 248) sind die Keimdrüsen deutlich paarig, durch keine Querbrücke verbunden. Bei Sapphirina tritt eine Querbrücke auf. Ovidukte paarig, meist mit Ausbuchtungen oder verästelt. Ihr Ende ist drüsig oder mit drüsigen Ausstülpungen (Kittdrüsen) versehen, deren Sekret das Material für die Eiersäckchen liefert (siehe Brutpflege). Oft findet sich ein bei-

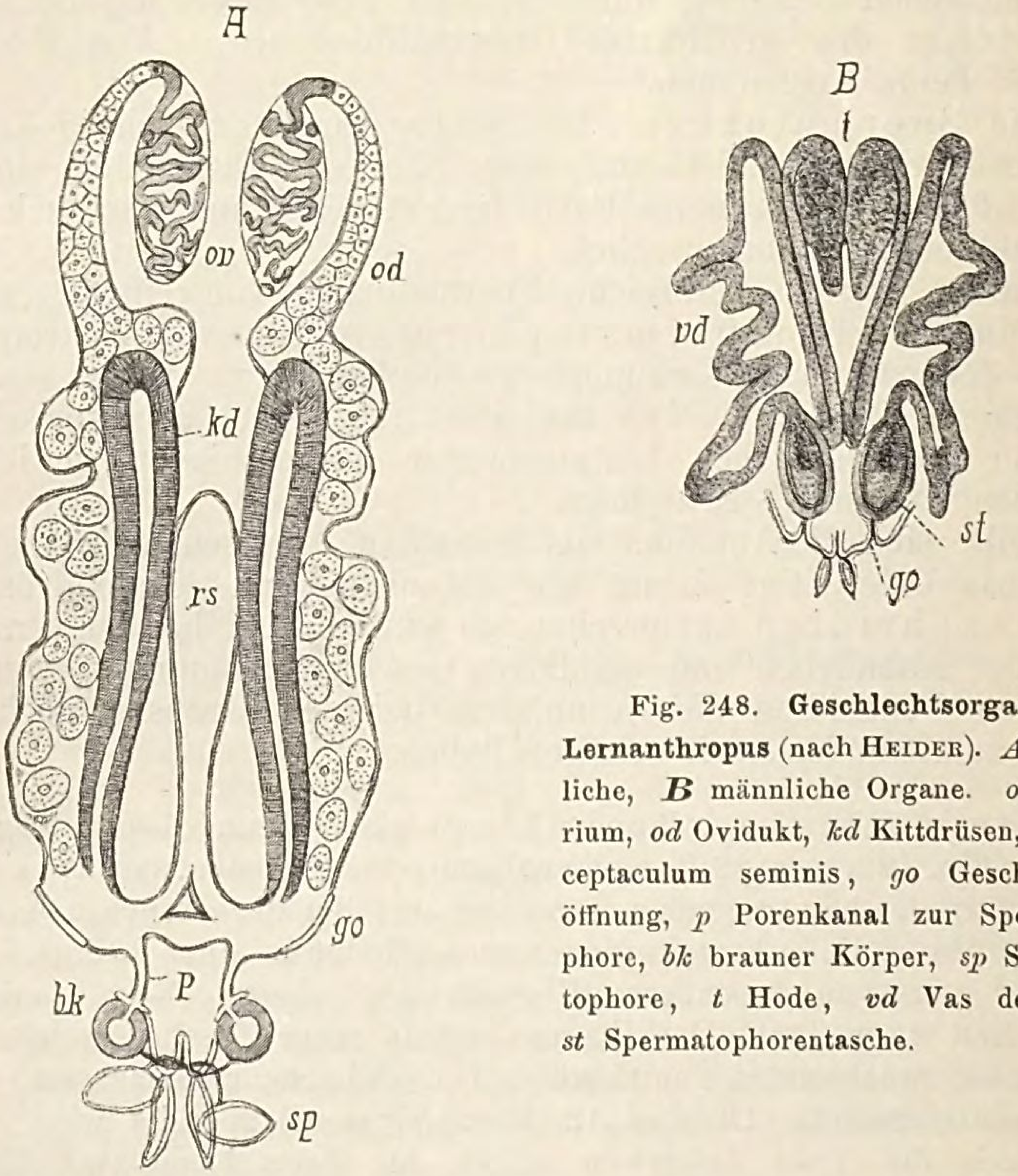


Fig. 248. **Geschlechtsorgane von Lernanthropus** (nach HEIDER). ***A*** Weibliche, ***B*** männliche Organe. *ov* Ovarium, *od* Ovidukt, *kd* Kittdrüsen, *rs* Receptaculum seminis, *go* Geschlechtsöffnung, *p* Porenkanal zur Spermatophore, *bk* brauner Körper, *sp* Spermatophore, *t* Hode, *vd* Vas deferens, *st* Spermatophorentasche.

den Eileitern gemeinsames Receptaculum seminis. Geschlechtsöffnung paarig am ersten Abdominalsegment (bisweilen an seiner hinteren Grenze) entweder ventral, oder seitlich oder (selten) dorsal. Samenleiter paarig oder unpaar, dann meist einseitig, mit drüsigem Abschnitt, welcher die Hülle der Spermatophore liefert, und häufig mit erweitertem, als Spermatophorentasche fungirendem Abschnitt. Geschlechtsöffnungen am Genitalsegment paarig oder unpaar; im zweiten Falle häufig asymmetrisch.

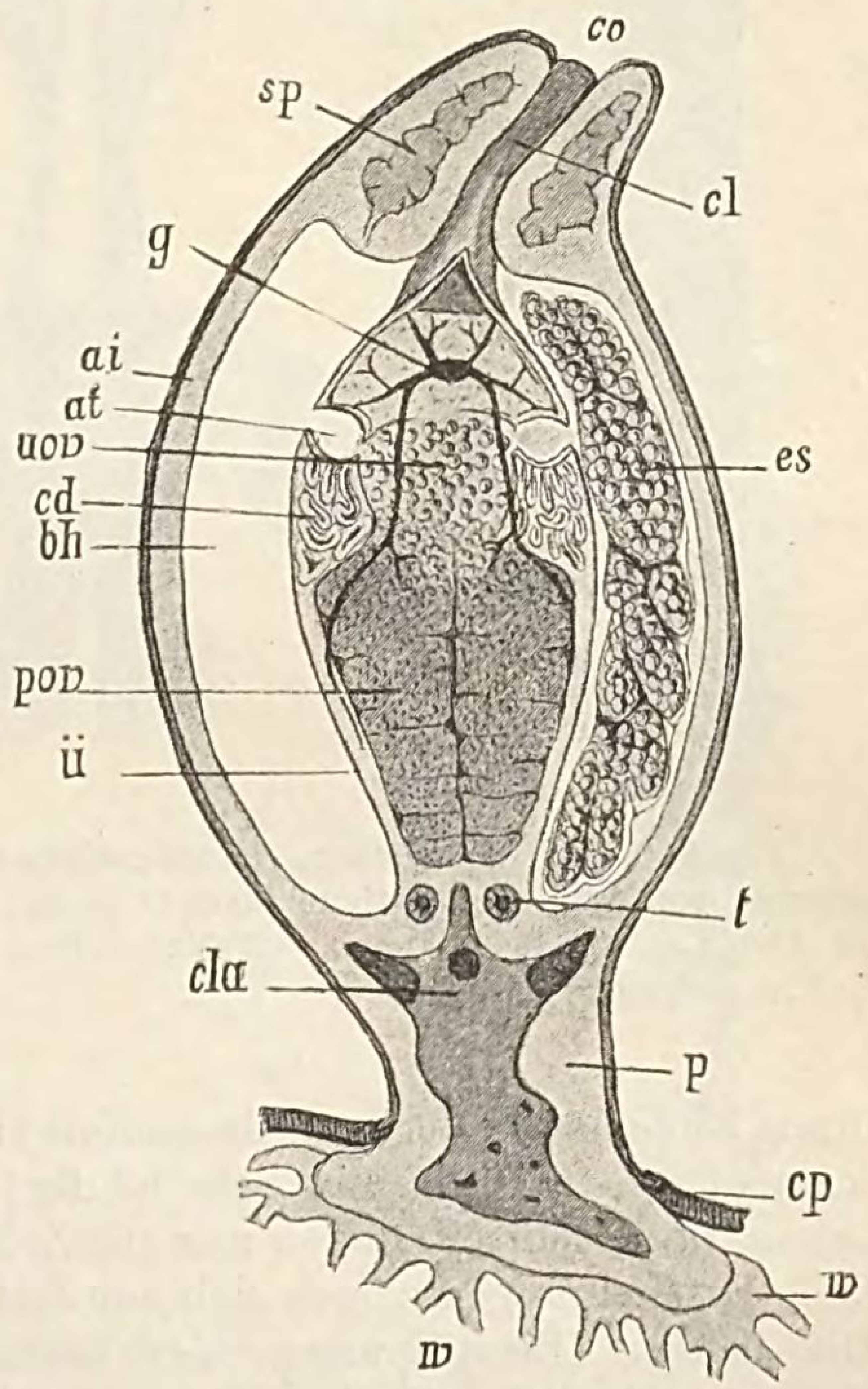
Arguliden. Zwei paarige Hoden in der Schwanzflosse, 2 Vasa deferentia mit gemeinsamer Samenblase. In jedes Vas deferens mündet ein weit von vorne kommender Drüsenschlauch ein. Beide Vasa deferentia vereinigen sich unter dem Darm zu einem gemeinsamen Ductus ejaculatorius, der am Ende des letzten Brustsegmentes auf einem papillenförmigen Vorsprung ausmündet. Ovarium unpaar, der Anlage nach asymme-

trisch, im Thorax. Eileiter der Anlage nach paarig, einseitig verkümmert, mündet an der Basis der Schwanzflosse. 2 vom weiblichen Geschlechtsapparat völlig getrennte Receptacula seminis an der Unterseite der Schwanzflosse.

Cirripedien. Die vielfach gelappten Ovarien sind bei den Balaniden paarig und liegen in der Tiefe des Schalenkranzes (Fig. 208, pag 309) in demjenigen Theil der Leibeshöhle, welcher sich in die Mantelduplicatur hinein erstreckt. Bei den Lepadiden (Fig. 206, pag. 308) liegen die zu einer Masse vereinigten Ovarien in dem als Stiel bezeichneten vorderen Kopftheil des Körpers. Sowohl bei Balaniden als bei Lepadiden münden die Endabschnitte der Ovidukte auf einem Vorsprung am Basalglied des vorderen Rankenfusspaares aus. Diese Lage verdient deshalb besonders hervorgehoben zu werden, weil die Geschlechtsöffnungen sonst bei keinem Krebse so weit vorne liegen.

Bei den Rhizocephalen (Fig. 249) erfüllen die Ovarien in Form zweier gelappter, mit einander vereinigter Massen den grössten Theil des Eingeweidesackes des nur dem Kopfe der übrigen Cirripedien entsprechenden Körpers. Jederseits öffnen sie sich in ein Atrium (*at*), in welches die Cementdrüse (*cd*) einmündet, und welches seinerseits in den Brutraum (*bh*) sich öffnet. Das Ovarium soll bei Sacculina der Anlage nach unpaar sein.

Die Hoden liegen bei den Balaniden und Lepadiden (Fig. 206 *t*) als 2 reich verästelte Schläuche zu Seiten des Darmes und setzen sich in 2 Vasa deferentia fort, die, bevor sie sich an der Basis des am hintersten Leibesende befindlichen Cirrus zu dem gemeinsamen Ductus ejaculatorius vereinigen, zu Samenblasen anschwellen. Einfach schlauchförmig sind die beiden Hoden der Rhizocephalen (Fig. 249 *t*), deren Vasa deferentia da in den Brutraum ausmünden, wo der Eingeweidesack sich in den Stiel fortsetzt. Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Cirripedien siehe auch weiter unten.



Viel einheitlicher als bei den Entomostraken gestalten sich die

Fig. 249. **Längsschnitt durch eine reife Sacculina carcini externa,** senkrecht auf die Symmetrieebene (nach Delage). *co* Kloakenöffnung, *sp* Sphinkter der Kloake *cl*, *g* Ganglion, *ai* äussere Integumentlamelle, die Bruthöhle bedeckend, *at* weibliches Geschlechtsatrium, in welches der unpaare Theil (*uov*) des Ovariums und die Cementdrüse (*cd*) einmündet, *bh* Bruthöhle, links leer gezeichnet, rechts mit Eierschläuchen *es*, welche die sich entwickelnden Eier enthalten, *pov* der paarige Theil des Ovariums, *ii* innere, den eigentlichen Körper oder Eingeweidesack bedeckende Integumentlamelle, *p* Stiel, durch die Oeffnung im Schalenpanzer (*cp*) des Wirthes hindurchtretend, *w* Ansätze der Wurzeln am Stiel, *cla* Centrallacune des Stieles, sich in Lacunen der äussern Integumentlamelle, der Wurzeln u. s. w. fortsetzend = Leibeshöhle, *t* Hoden.

Geschlechtsorgane bei den Malacostraken. Während die beiden Ovarien und die beiden Hoden bei den Leptostraken und Arthrostraken getrennt bleiben, sind sie bei den Thoracostraken mit wenigen Ausnahmen durch ein unpaares Zwischenstück über dem Darme verbunden.

Leptostraca. Ovarien und Hoden sind langgestreckte Schläuche, welche beim geschlechtsreifen Thier dorsalwärts zu Seiten des Darmes von der Gegend des Kaumagens bis in das letzte Abdominalsegment verlaufen. Die beiden kurzen Samenleiter des Männchens münden in der für die Malacostraken typischen Weise, auf einem vorragenden Zapfen am Basalglied des Protopoditen des 8. Thoracalfusspaares. Auch die Mündung der Ovidukte liegt wahrscheinlich, wie bei den übrigen Malacostraken, am drittletzten Brustsegmente.

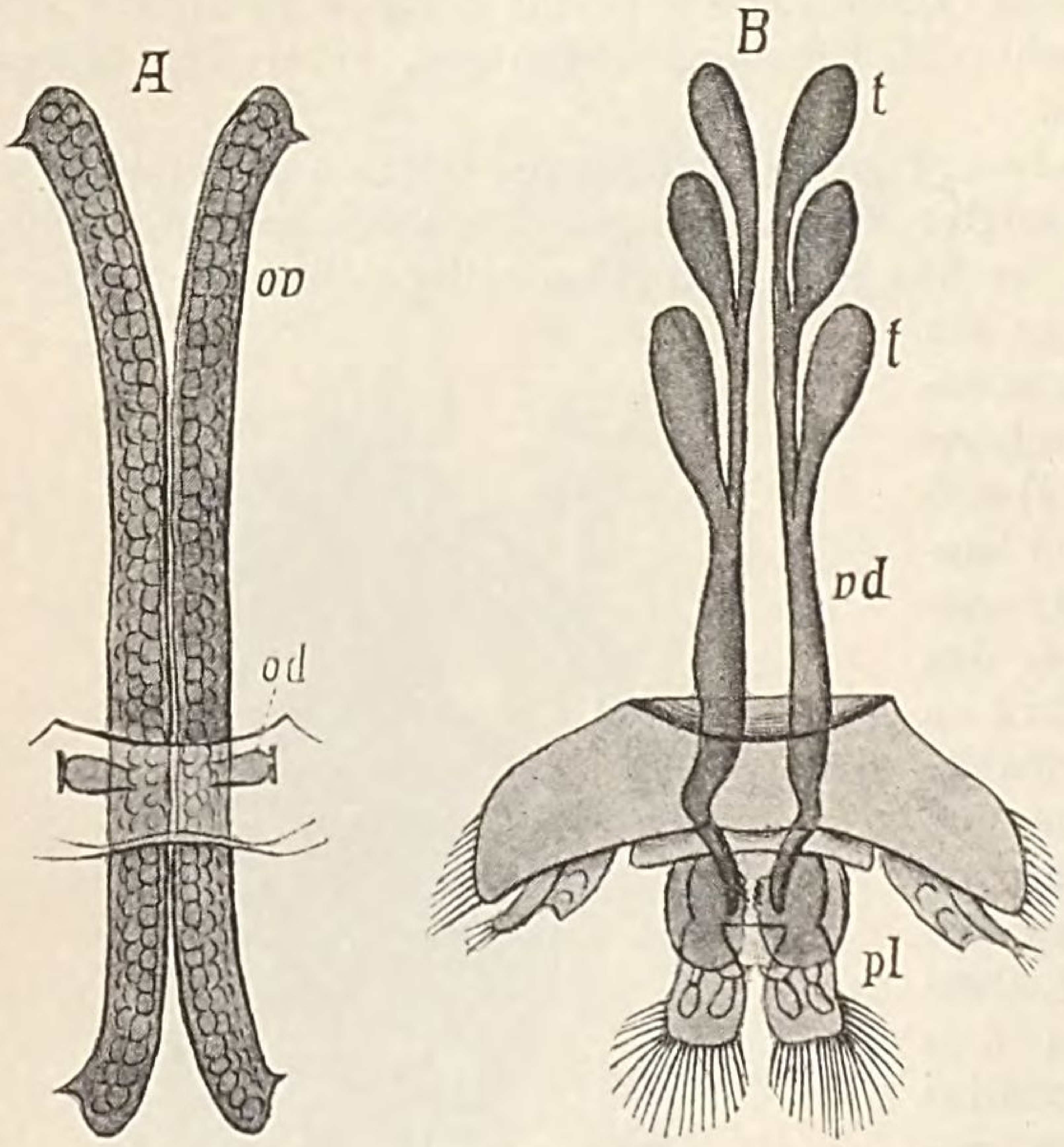


Fig. 250. *A* **Weiblicher,** *B* **männlicher Geschlechtsapparat von Asellus aquaticus** (nach O. Sars). *ov* Ovarium, *od* Ovidukt, *t* Hodenlappen, *vd* Vas deferens, *pl* 1. und 2. Pleopodpaar.

Arthrostraca. Hoden und Ovarien sind fast immer einfache, paarige Schläuche, die bald den grössten Theil der Brust und des Abdomens durchziehen, bald sich auf die Brust oder einen Theil der Brust beschränken. Bei den meisten Isopoden zerfällt der Hode jederseits in drei Schläuche (Fig. 250 B), die aber ein gemeinsames Vas deferens besitzen. Die Ovidukte münden, indem an ihrem Ende häufig Receptacula seminis entwickelt sind, am drittletzten Thoracalsegment in den Brutraum. Sehr häufig (Isopoden, Anisopoden) treten die weiblichen Geschlechtsöffnungen nur zur Zeit der Brutsackbildung auf. Eigenthümliche Erscheinungen zeigen sich zur Zeit der Fortpflanzung bei den Onisciden. Die beiden (Einstülpungen der äusseren Haut darstellenden) Receptacula stehen anfänglich mit den Enden der Ovidukte nicht in offener Verbindung. Erst nachdem bei der Begattung Samen in die Receptacula gelangt ist, tritt derselbe durch Platzen der Receptaculumwand in die Ovidukte über und bewirkt die Befruchtung der Eier in den Ovarien. Nun häutet sich das Thier und wirft bei der Häutung die Receptacula ab, so dass nunmehr die beiden Geschlechtsöffnungen nicht mehr vorhanden sind. Die befruchteten Eier gelangen vielmehr aus dem Ovarium in die Leibeshöhle und von da durch eine sich neu bildende unpaare Geburtsöffnung im vorletzten Thoracalsegment in den Brutraum. Später wird ein neuer Schub von Eiern im Ovarium durch von der ersten Begattung zurückbleibendes Sperma befruchtet und

gelangt auf dem nämlichen Wege in die Bruthöhle. Nachdem dieser zweite Schub von Eiern sich im Brutraum entwickelt und die ausschlüpfenden Jungen letzteren verlassen haben, häutet sich das Thier und erscheint dann wieder so, wie es vor der Begattung war.

Fig. 251.

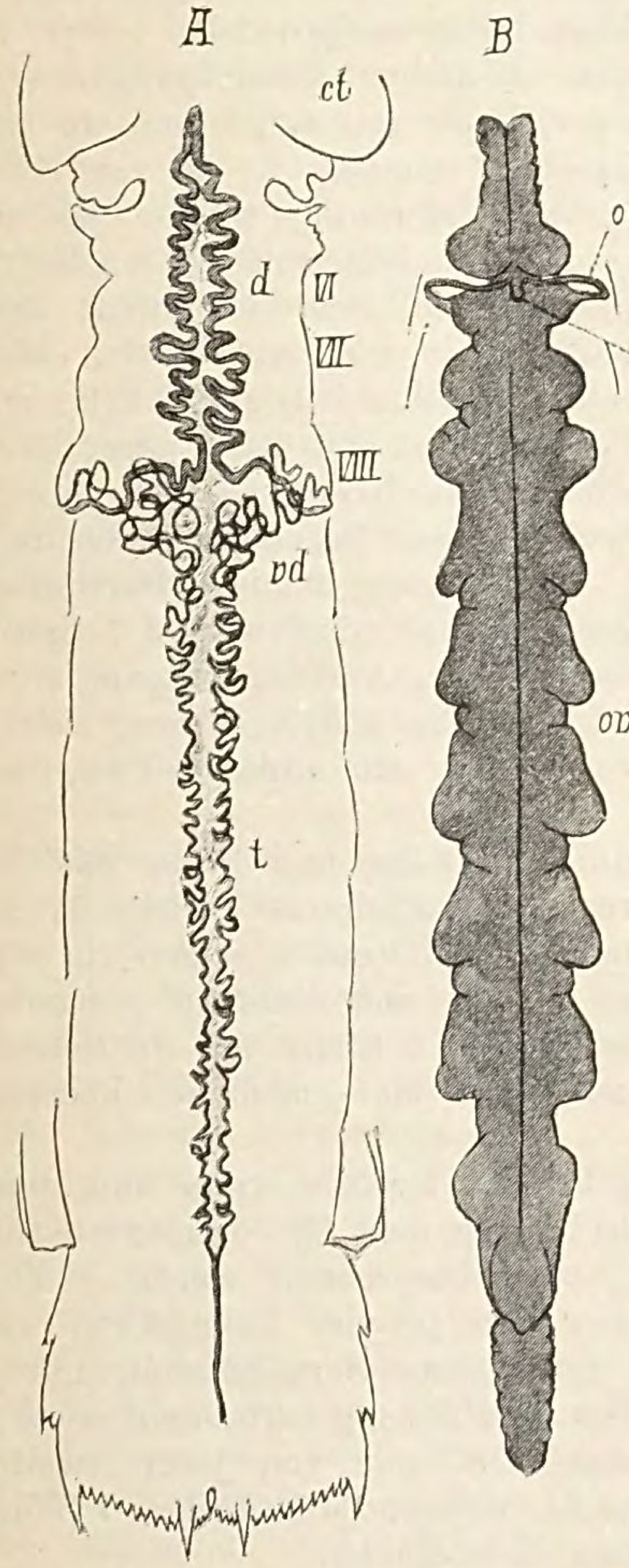


Fig. 252.

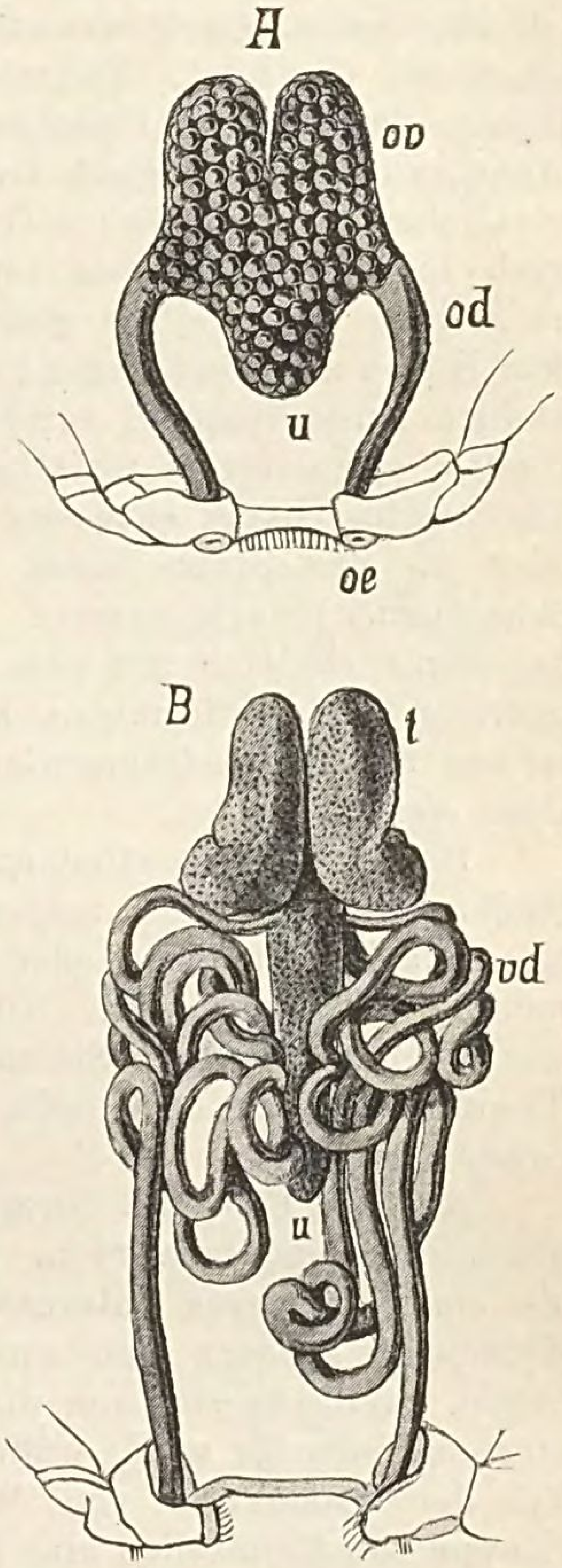


Fig. 251. **Geschlechtsorgane von Squilla mantis** (nach GROBBEN). ***A*** Männliche, ***B*** weibliche Organe. *ct* hinteres Ende des Cephalothoracalschildes, *VI*, *VII*, *VIII* die 3 hintersten freien Brustsegmente, *t* Hode, *vd* Vas deferens, *d* Anhangsdrüse, *ov* Ovarium, *od* Ovidukt, *rs* Receptaculum seminis.

Fig. 252. **Geschlechtsorgane des Flusskrebses.** ***A*** Weibliche, ***B*** männliche Organe. *ov* Ovarium, *u* unpaares Stück desselben, *od* Ovidukt, *oe* Geschlechtsöffnung, *t* Hoden, *vd* Vas deferens. (Nach HUXLEY.)

Thoracostraca. Die Geschlechtsorgane der Cumaceen und zum Theil auch diejenigen der Schizopoden bedürfen noch einer genauern Untersuchung. — Die paarigen Geschlechtsdrüsen der Thoracostraken sind nur bei Cumaceen (?)

und Paguriden nicht durch ein unpaares Stück verbunden, welches, immer über dem Darm verlaufend, bei den Decapoden und Schizopoden im Thorax, bei den Stomatopoden (Fig. 251) im Telson liegt. Mit Ausnahme der Stomatopoden und Paguriden, wo Ovarien und Hoden im Abdomen ihre Lage haben, sind die Keimdrüsen ganz oder grösstentheils auf die Brust beschränkt. Sie liegen überall zwischen Darm und Herzen. Der Hode stellt jederseits ein Rohr dar, welches entweder einfach gestreckt bleibt (z. B. bei den Stomatopoden) oder in vielfachen Windungen knäuelartig aufgewunden ist (z. B. bei Paguristes, Carcinus) oder mit einfachen seitlichen Ausstülpungen versehen ist (Beispiel: Palinurus) oder sich vielfach verzweigt und an den Enden der Zweige Bläschen trägt (Beispiel: Astacus). Er ist von einer bindegewebigen Hüllhaut eingehüllt. Die Vasa deferentia, welche, wie im weiblichen Geschlechte die Ovidukte, da wo die Keimdrüsen im Thorax liegen nach hinten, da wo sie im Abdomen liegen nach vorn verlaufen, sind meist lang und vielfach gewunden. Sie zerfallen in zwei Abschnitte, einen dem Hoden zunächst liegenden Theil und einen distalen drüsigen, häufig mit kleinen Ausstülpungen versehenen Theil, der sich in den stark muskulösen Ductus ejaculatorius fortsetzt. Dieser mündet am Basalglied des letzten Thoracalfusspaares entweder auf einer wulstartigen Erhebung (Macruren) oder an der Spitze eines röhrenförmig verlängerten Penis (Brachiuren, Schizopoden) nach aussen. Bei den Stomatopoden mündet an der Spitze des Penis zugleich mit dem Ductus ejaculatorius der Ausführungsgang einer paarigen schlauchförmigen, accessorischen Drüse (Fig. 251, A, *d*) aus, welche in den freien Brustsegmenten liegt und vorn durch ein unpaares Zwischenstück verbunden ist.

Die Ovarien stimmen im Allgemeinen in Lage und Form mit den Hoden überein, doch zeigen sie insofern ein einfacheres Verhalten, als sie einfache Schläuche oder Blasen darstellen. Bei Squilla zeigen sie segmentale Ausbuchtungen. Die Eileiter sind kürzer und nicht so gewunden wie die Samenleiter. Sie münden an der typischen Stelle am drittletzten Thoracalsegment, bei Squilla unmittelbar zu Seiten eines medianen Receptaculum seminis.

Auf die Ei- und Samenbildung bei den Krebsen kann hier nicht näher eingegangen werden. Nur die Eibildung der Cladoceren soll, als ein besonderes Interesse darbietend, kurz besprochen werden. Vom Keimlager sondern sich successive Gruppen von je vier Keimzellen, von denen, wenn es sich um die Produktion von Sommereiern handelt, nur je eine zu einem Ei wird, während die anderen als Nahrung verbraucht werden. Bei der Produktion von Wintereiern aber wird nur von jeder zweiten Gruppe von Keimzellen eine Zelle zu einem Ei, während die übrigen 7 Zellen der Doppelgruppe zur Ernährung des einen Eies dienen.

XI. Sexueller Dimorphismus.

Ein solcher ist bei allen Krebsen in mehr oder minder ausgeprägter Weise vorhanden. Es giebt wohl keinen äusseren oder inneren Körpertheil, der nicht bei irgend einer Art, Gattung oder Ordnung von Krebsen in den beiden Geschlechtern verschieden gebaut sein könnte, und diese Verschiedenheiten haben einen hohen systematischen und biologischen Werth. Hier können nur die wichtigsten und am allgemeinsten verbreiteten hervorgehoben werden.

Die sexuellen Verschiedenheiten lassen sich alle in letzter Linie aus der Sorge für die Nachkommenschaft, aus der Sicherung der Fortpflanzung erklären. Wir finden erstens: Einrichtungen, welche die Begattung von

Männchen und Weibchen erleichtern, diese treffen wir vornehmlich am Körper der Männchen. Zweitens: Einrichtungen, welche eine gedeihliche Entwickelung der Eier sichern, diese Einrichtungen zur Brutpflege treffen wir bei den Weibchen.

Männliche Sexualcharaktere. a) Die Männchen der Krebse sind durchgehends kleiner und häufig auch beweglicher als die Weibchen. Auffallend ist dieser Grössenunterschied ganz besonders bei parasitischen und festsitzenden Krebsen, wo die winzig kleinen Männchen (wie bei Cirripedien und parasitischen Isopoden) geradezu als Zwergmännchen bezeichnet werden. Ueberall da, wo wie bei den genannten Gruppen und den parasitischen Copepoden, die Weibchen durch weitgehenden Parasitismus so deformirt und degradirt sind, dass sie als Krebse fast ganz oder ganz unkenntlich werden, erscheinen die Männchen nicht so weit degradirt; meist sind sie noch frei beweglich, mit deutlichen Gliedmaassen ausgestattet, und lassen einige Aehnlichkeit mit den nächsten frei lebenden Verwandten erkennen. Diese geringere Degeneration lässt sich im Allgemeinen als ein Stehenbleiben auf einem Larvenstadium erkennen. Die parasitischen Krebse durchlaufen, wie wir sehen werden, eine Metamorphose. Frei lebende Larvenformen mit typischen Krebscharakteren ermöglichen die Infektion neuer Wirthe. Die Degradation und Verkrüppelung des Körpers tritt erst ein, nachdem die Larve sich am Körper des definitiven Wirthes festgesetzt hat. Bei den Männchen tritt diese Degradation nicht oder doch nicht in dem Maasse ein, und zwar deshalb nicht, weil sie durch Beibehaltung der freien Beweglichkeit die Möglichkeit der Begattung und Befruchtung der Weibchen

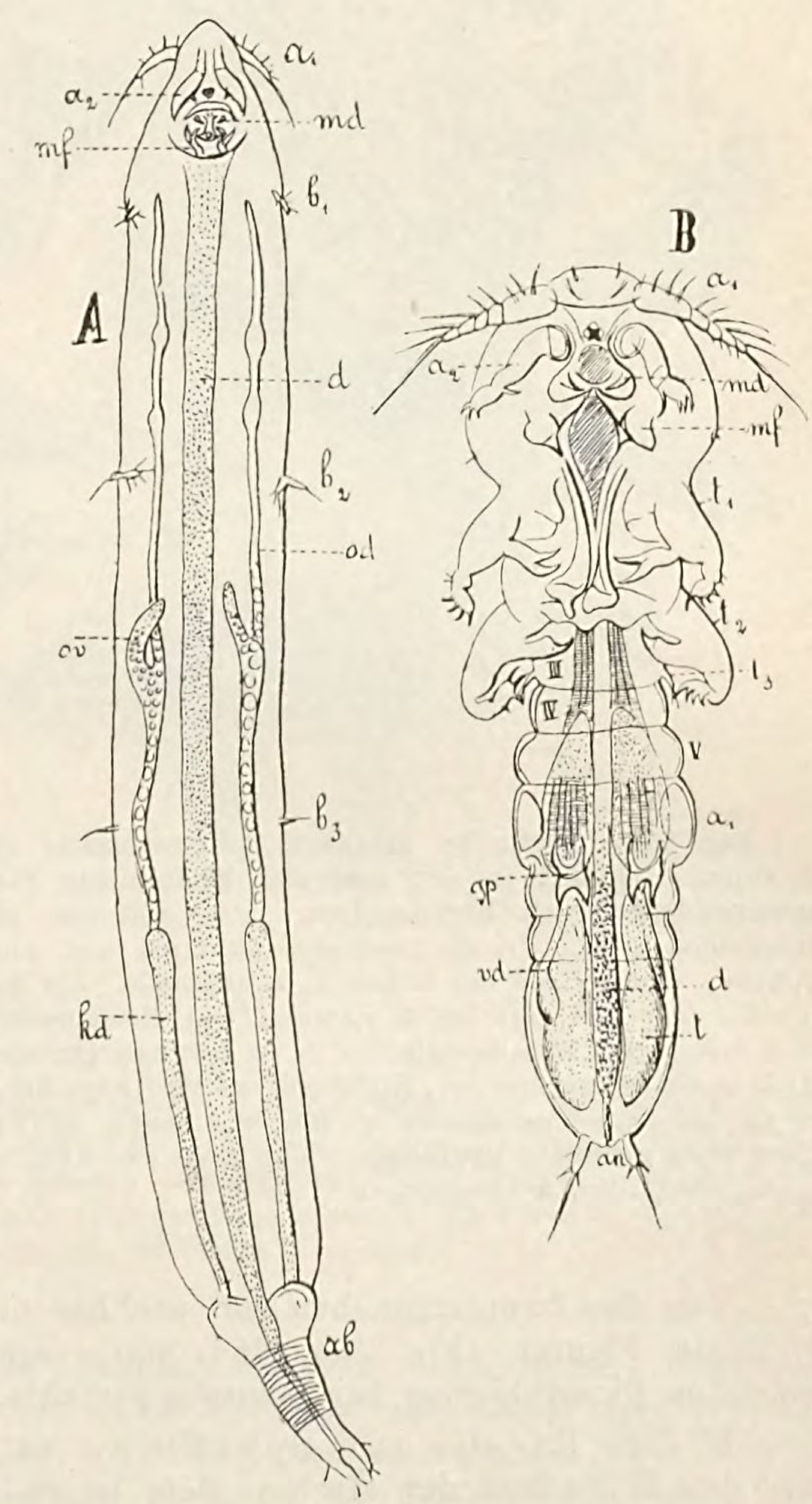


Fig. 253. **Lernaeascus nematoxys.** *A* Weibchen, *B* Männchen, stärker vergrössert. a_1 Vordere, a_2 hintere Antennen, *md* Mandibeln, *mf* Maxillarfüsse, b_1, b_2, b_3, t_1, t_2, t_3 Brustfüsse, *od* Ovidukt, *ov* Ovarium, *kd* Kittdrüse, *ab* Abdomen, *d* Darm, *III*, *IV*, *V* Thoracalsegmente, a_1 1. Abdominalsegment, *gp* Genitalplatten, *vd* Vas deferens, *t* Hoden. (Nach Claus.)

sichern müssen. Häufig freilich (so bei parasitischen Cirripedien) sind auch beim Männchen innere Organe (mit Ausnahme des Hodens) hochgradig degenerirt, deshalb wohl, weil die einzige Aufgabe des Männchens im Aufsuchen und in der Befruchtung des Weibchens besteht. So fehlt der Darm den Zwergmännchen der Cirripedien, die an ihren Bestimmungsort, den Körper des Weibchens, gelangt, hier ein halbparasitisches Leben führen. Gelangen sie nicht an diesen Ort, so haben sie ihre Lebensaufgabe verfehlt und gehen zu Grunde.

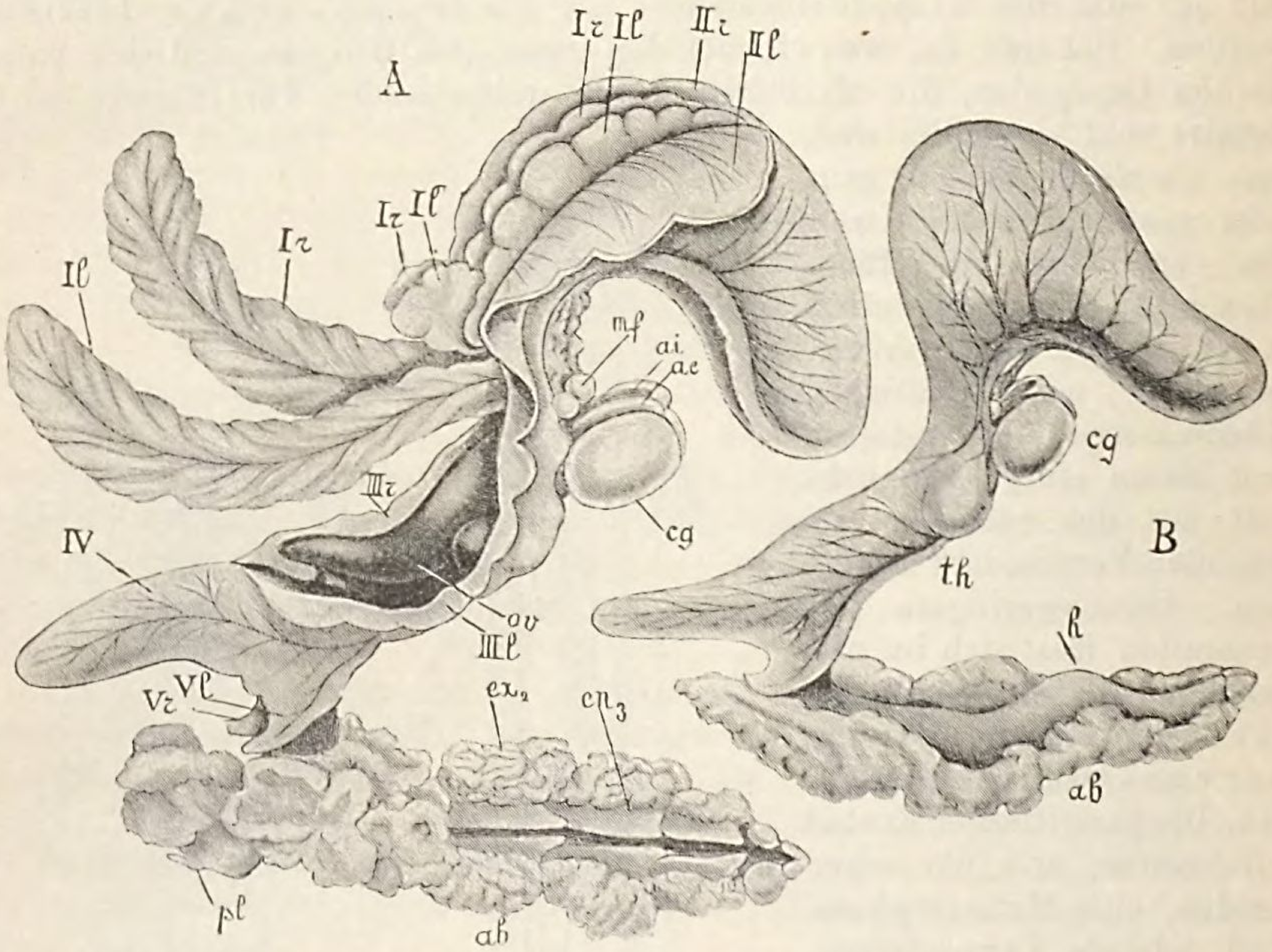


Fig. 254. **Portunion Maenadis. Erwachsenes reifes Weibchen** (nach Giard und Bonnier). ***A* Mit in der ventralen Medianlinie theilweise geöffneter Bruthöhle und auseinandergelegten Brutlamellen.** Das Abdomen *ab* ist so gelegt, dass man dessen Bauchseite sieht. *Ir* die vorderen, mittleren und hinteren Lappen der rechten 1. Brutlamelle, *Il* dieselben der linken 1. Brutlamelle, *IIr* und *IIl* rechte und linke Brutlamelle des 2., *IIIr* und *IIIl* des 3. Paares, *IV* 4. Brutlamelle, *Vr* und *Vl* 5. Brutlamelle (rechte und linke), *pl* Pleurallamelle des 1. Abdominalsegmentes, ex_2 Exopodit des Pleopoden des 2. Abdominalsegmentes, en_3 Endopodit des Pleopoden des 3. Abdominalsegmentes, *ov* Ovarium, *cg* Cephalogaster, *ae* äussere, *ai* innere Antenne, *mf* Maxillarfuss. ***B* Erwachsenes Weibchen ohne geöffnete Bruthöhle.** Man sieht das Abdomen *ab* schief von oben, *th* Thorax, *cg* Cephalogaster, *h* Herzbuckel.

Von den Zwergmännchen soll nachher noch gesprochen werden. Beistehende Figuren (Fig. 253, 254, 255) veranschaulichen den gewaltigen sexuellen Dimorphismus bei gewissen parasitischen Copepoden und Isopoden.

b) Die Riech- und Spürfäden an den vorderen Antennen sind bei den Männchen der Krebse stets in viel grösserer Anzahl vorhanden als bei den Weibchen.

c) Bei den Krebsmännchen verschiedenster Abtheilungen dienen, abgesehen von den eigentlichen Begattungsgliedern, in zweckentsprechender Weise umgestaltete Gliedmaassen als „Hülfsorgane bei der Begattung“ zum Erhaschen, Erfassen und Festhalten des Weibchens. So die hin-

teren Antennen von Branchipus, die Greifhaken an den vorderen Beinpaaren der Estheriden, die Einrichtungen zum Festhalten des Weibchens an der 2. Antenne oder am Kieferfusse von Ostracoden, die vorderen (Greif-)Antennen der Copepoden u. s. w. Bei den Amphipoden sind meist die Greifhaken an den vorderen Brustfüssen beim Männchen stärker entwickelt als beim Weibchen. Bei Anisopoden (Tanais dubius) sind sogar 2 Formen von Männchen beobachtet worden, von denen jede durch bestimmte Organisa-

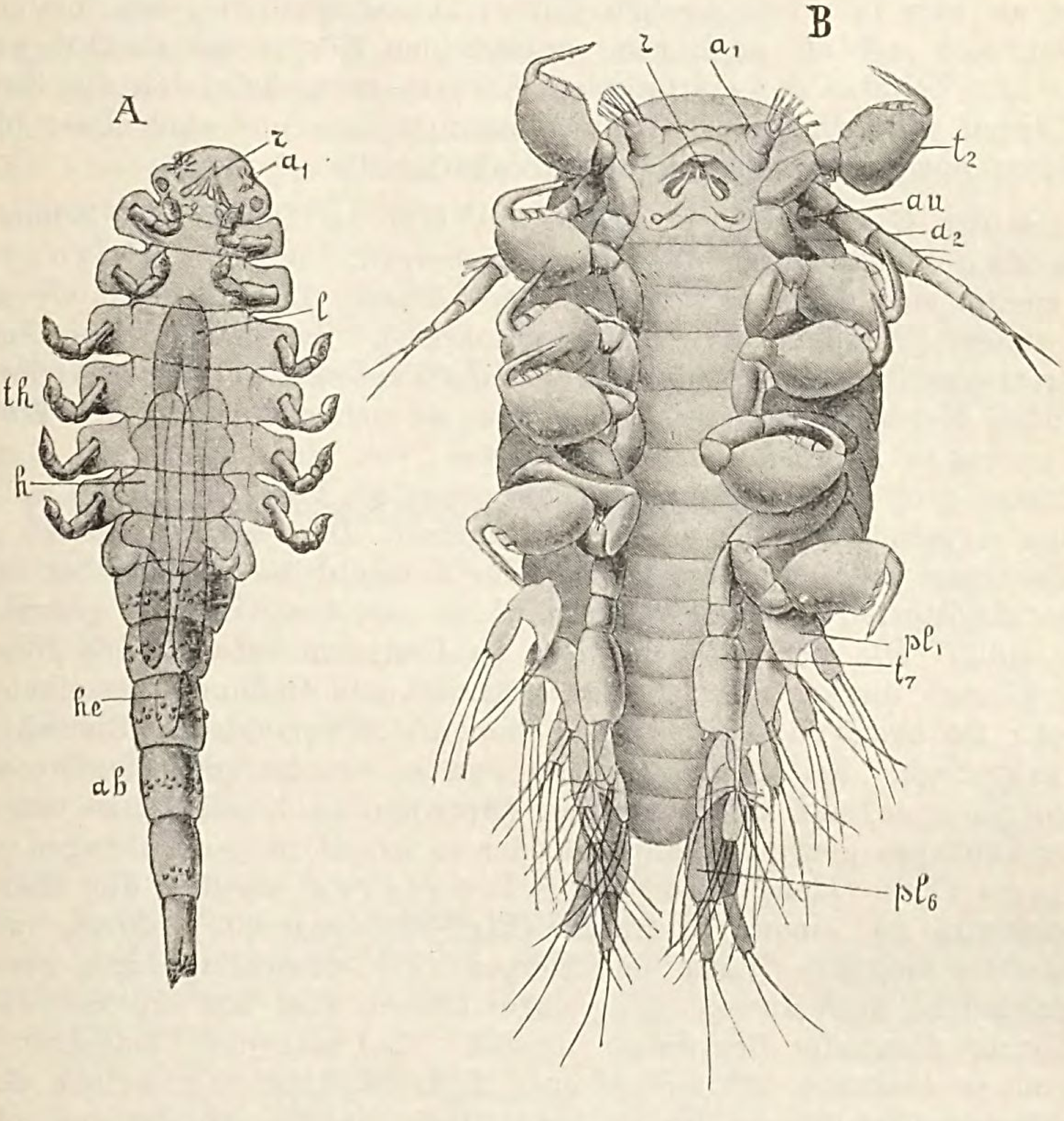


Fig. 255. *A* **Erwachsenes Männchen von Cancrion miser (mit Portunion Fig. 254 nahe verwandt)** (nach GIARD und BONNIER). *r* Rostrum, a_1 vordere Antenne, *th* Thorax, *l* Leber, *h* Hode, *he* Herz, *ab* Abdomen. *B* **Ausgeschlüpfter Embryo von Portunion Maenadis** (nach GIARD und BONNIER). Von der Bauchseite. t_2 Fuss des 2., t_7 des 7. Thoracalsegmentes, a_2 2. Antenne, pl_1 1., pl_6 6. Pleopod, *au* Auge.

tionsverhältnisse besonders gut befähigt erscheint, sich in den Besitz des Weibchens zu setzen. Man kann nämlich Riecher und Packer unterscheiden. Die ersteren haben zahlreichere Riechfäden an den Antennen, die letzteren viel grössere und sehr bewegliche Scheeren an den Scheerenfüssen. Bei den Decapodenmännchen erscheinen das vorderste oder die beiden vordersten Pleopodpaare zu Hülfswerkzeugen bei der Begattung umgebildet. Sie dienen z. B. beim Flusskrebs bei der Begattung als Röhren oder Rinnen zur Fortleitung der Spermatophoren von der Geschlechtsöffnung weg an ihren Bestimmungsort. Die übrigen Pleopoden, welche beim Weibchen die

befruchteten Eier tragen, sind beim Männchen reducirt oder können, wie bei den Brachyuren, ganz fehlen. Häufig sind bei den Decapodenmännchen auch die Scheeren der grossen Scheerenfüsse stärker entwickelt als beim Weibchen.

Einrichtungen zur Brutpflege. Es kommt bei den Krebsen selten vor, dass das Weibchen die befruchteten Eier einfach ablegt, etwa an fremde Gegenstände befestigt und ihrem Schicksale überlässt. Wir constatiren vielmehr fast überall, dass die Weibchen die befruchteten Eier derart an oder in ihrem eigenen Körper zurückbehalten, dass letztere geschützt sind und oft noch vom mütterlichen Körper aus ernährt werden. Unter dem Schutze des mütterlichen Körpers entwickeln sich die Eier, bis die Larven oder die jungen Krebse ausschlüpfen, und auch diese bleiben bisweilen noch einige Zeit an ihrer Geburtsstätte.

Bei den Cirripedien werden die Eier im Innern der Schale zwischen Mantel und Körper des Thieres geborgen. Bei den Rhizocephalen spaltet sich das Integument in eine äussere Lamelle (Mantel) und in eine innere (Wandung des Eingeweidesackes). Zwischen beiden entsteht ein Brutraum (Fig. 249, p. 383), in welchen die aus dem weiblichen Atrium austretenden Eier hineingelangen und in dem sie sich entwickeln. Die Eier sind hier jederseits in einen reich verzweigten, von einer chitinigen Membran gebildeten Sack eingeschlossen, welcher genau die Form der in das weibliche Atrium einmündenden Cementdrüse wiederholt. Der Sack ist nämlich nichts als die innere cuticulare Auskleidung der Cementdrüse, welche bei der Eiablage abgestossen wird und sich mit den aus dem Ovarium austretenden Eiern füllt. Die sich aus den Eiern im Brutraum entwickelnde Naupliusbrut gelangt durch die als Kloake bezeichnete Oeffnung desselben nach aussen. Bei den Branchiopoden finden sich verschiedene Einrichtungen zur Brutpflege. Bei den beschalten Formen werden die Eier unter der Schale geborgen, und zwar entweder (Apus) in zu Eiersäckchen umgewandelten Anhängen gewisser Beinpaare oder an fadenförmigen Anhängen solcher Beinpaare (Estheriden). Bei den Cladoceren machen die Eier ihre Entwicklung in einem Brutraum (Fig. 193, pag. 293) durch, welcher dorsalwärts zwischen Schale und Körper sich entwickelt, durch besondere Vorrichtungen nach aussen völlig abgeschlossen wird und ein zur weiteren Ernährung dienendes Brutwasser enthält. Bei manchen Cladoceren bildet sich um je 1 oder 2 Wintereier eine Hülle (Ephippium), welche als eine sattelförmige Verdickung der Rückenhaut der Schale gebildet und mit den Wintereiern selbst abgeworfen wird. Sie stellt eine Schutzeinrichtung für die überwinternden Wintereier dar und ist häufig mit Einrichtungen versehen, welche eine passive räumliche Verbreitung erleichtern. Bei den Copepoden gelangen die aus den Geschlechtsöffnungen austretenden Eier in das Innere von frei vom Körper (am Genitalsegment) abstehenden Eiersäckchen, die aus dem von den Kittdrüsen gelieferten Sekret gebildet werden. Wo die beiden Geschlechtsöffnungen, von einander ziemlich weit entfernt, seitlich oder dorsalwärts am Genitaldoppelsegment liegen, finden sich 2 paarige Eiersäckchen; wo sie einander sehr genähert auf der Bauchseite liegen, wird ein unpaares medianes Eiersäckchen gebildet (Fig. 195, p. 294). Diese Eiersäckchen sind für die Copepoden so charakteristisch, dass auch die durch Parasitismus am meisten deformirten Copepodenweibchen danach leicht als solche zu erkennen sind. Nur bei den Notodelphyden gelangen die Eier in einen von Hautduplicaturen begrenzten dorsalen Brutraum. Die Weibchen der Leptostraken bergen die Eier und ausgeschlüpften

Larven zwischen den lamellösen Brustfüssen. Bei den Weibchen der Arthrostraken, Schizopoden und Cumaceen entwickeln sich bei eintretender Geschlechtsreife die schon früher besprochenen Brutlamellen an den Basalgliedern der Brustfüsse. Diese Brutlamellen bilden, indem sie von rechts und links her übereinandergreifen, den Boden eines Brutraumes, dessen Decke das ventrale (sternale) Integument der Brust ist (Fig. 219, pag. 325). In diesen Brutraum gelangen die Eier. In ihm entwickeln sie sich weiter. Häufig verharren auch noch die ausschlüpfenden Jungen oder Larven einige Zeit in ihm. Die Weibchen der Decapoden befestigen die austretenden Eier vermittelst des Sekretes der schon früher erwähnten Kittdrüsen auf der Unterseite des Abdomens an die Pleopoden. Bei den Brachyuren, deren schildförmiges Abdomen auf die Sternalseite des Cephalothorax umgeklappt ist, ist das Abdomen beim Weibchen meist bedeutend grösser und breiter als beim Männchen und geeigneter, die Eiermasse zu decken und zu beschützen. Derselbe Unterschied, wenn auch oft nicht so ausgesprochen, lässt sich auch bei den Macruren constatiren.

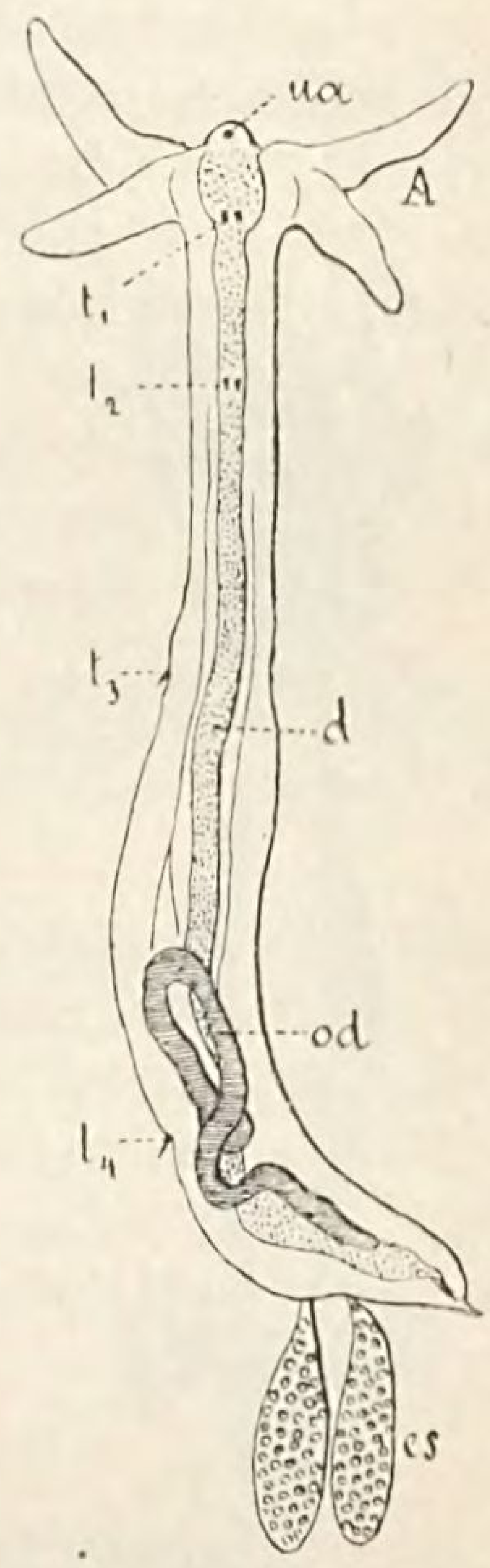


Fig. 256. **Lernaeocera esocina, Weibchen.** *ua* Stirnauge, t_1, t_2, t_3, t_4 rudimentäre Brustfüsse, *d* Darm, *od* Ovidukt, *es* Eiersäckchen, *A* Armfortsätze am vorderen Körperende. (Nach CLAUS.)

XII. Ueber Hermaphroditismus bei Krebsen.

Hermaphroditismus ist bei Krebsen eine seltene Erscheinung und findet sich nur bei festsitzenden und parasitischen Formen, nämlich bei den festsitzenden und parasitischen Cirripedien und bei parasitischen Isopoden. Die Geschlechtsverhältnisse sind bei diesen Gruppen sehr interessant und müssen noch mit einigen Worten besprochen werden.

Cirripedien. Wenn man von hermaphroditischen Balaniden und Lepadiden spricht, so meint man die bekannten festsitzenden Seepocken und Entenmuscheln, deren Organisation als für die Cirripedien charakteristisch gilt. Nun giebt es aber Lepadiden (Ibla und viele Scalpellumarten), bei welchen ausser den hermaphroditischen Individuen noch kleine Zwergmännchen vorkommen. Diese letzteren leben nach Art von Parasiten am Körper der hermaphroditischen Individuen, gewöhnlich in einer Mantelfalte am Schliessrand des Scutums. In ihrem Bau und ihrer Gestalt erinnern sie durchaus nicht an die Hermaphroditen. Sie kommen nicht weit über das sogenannte Cyprisstadium hinaus, ihr Körper ist fast wurmförmig und besitzt ausser den Antennen nur noch 4 Paar verkümmerte Rankenfüsse. Die Mundgliedmaassen fehlen. Es fehlt ein Mund, der Darmkanal ist rudimentär, der Hoden unpaar. Offenbar sorgen diese verkümmerten Zwergmännchen gelegentlich für eine Fremdbefruchtung der hermaphroditischen Individuen.

Nun giebt es einzelne Scalpellumarten (Sc. ornatum, regium, parallelogramma, nymphocola), ferner die Gattungen Cryptophialus und Alcippe, bei denen Zwergmännchen vorkommen, bei denen aber die den hermaphroditischen Individuen verwandter Cirripedien entsprechenden Individuen nicht hermaphroditisch, sondern blos weiblich sind. Hier herrscht also

Trennung der Geschlechter mit ausgeprägtem Dimorphismus. Die Mehrzahl der Cirripedien scheinen aber hermaphroditisch ohne Zwergmännchen zu sein. Die Rhizocephalen sind hermaphroditisch mit Zwergmännchen, welche auf dem Cyprisstadium stehen bleiben.

Anderer Art ist der Hermaphroditismus bei gewissen parasitischen Isopoden. Die Cymothoiden sind proterandrisch hermaphrodit, d. h. in der Jugend sind sie männlich, später gehen die männlichen Begattungsglieder verloren, und die erwachsenen Thiere verhalten sich ausschliesslich als Weibchen (Fig. 257).

Die Geschlechtsverhältnisse bei den Entonisciden (Portunion) sind wahrscheinlich folgende. Die in charakteristischer Weise deformirten, grossen Parasiten (Fig. 254) sind proterandrisch hermaphroditisch, daneben kommen kleine larvale Männchen (Fig. 255 A), die auf einem Larvenstadium zurückbleiben, und ausserdem noch degradirte, sogenannte complementäre Männchen vor. Von mehreren Larven, die zum Wirthe gelangen, dürfte sich diejenige, die den besten Platz am Körper des Wirthes und die reichlichste Nahrung bekommt, zum erwachsenen Thiere entwickeln, das sich alsdann weiblich verhält, die zweitbesternährte Larve dürfte als Männchen auf dem Larvenstadium zurückbleiben, alle anderen dürften zu degradirten complementären Männchen werden.

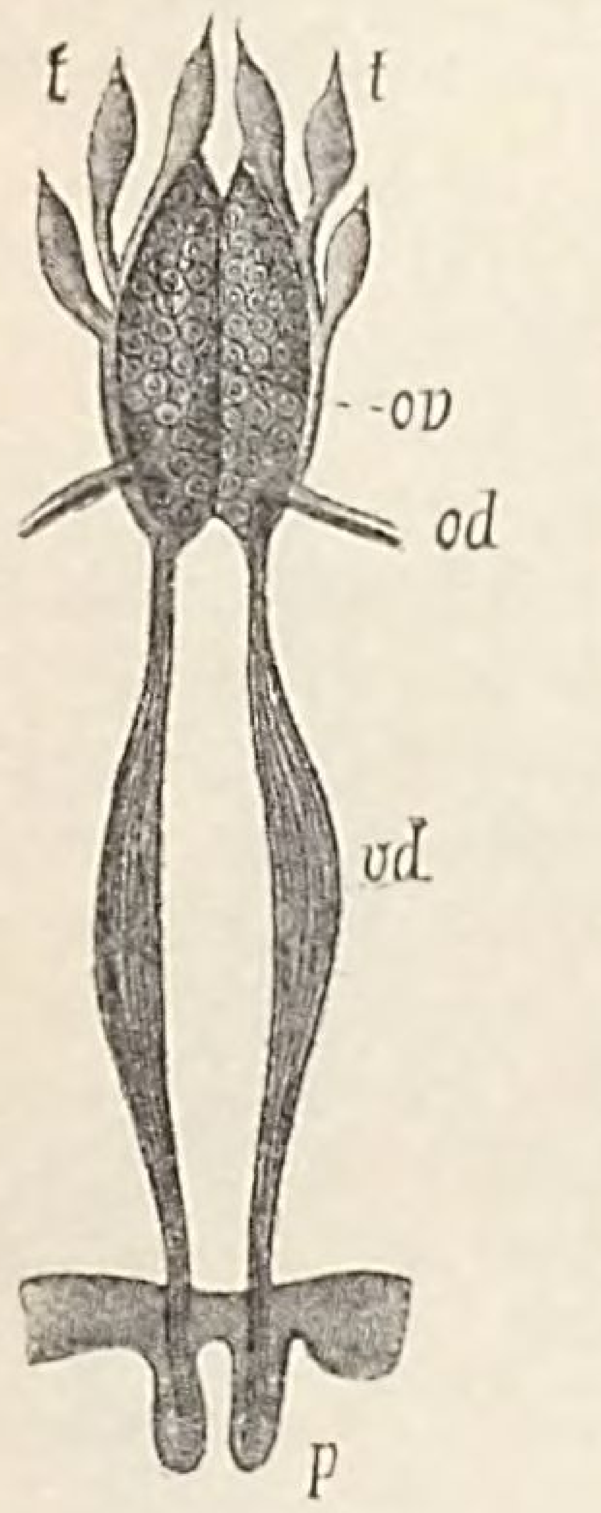


Fig. 257. **Hermaphroditischer Geschlechtsapparat einer jungen Cymothoa oestroides** (nach P. Mayer), etwas schematisirt. *t* Hoden, *ov* Ovarium, *od* Ovidukt, *vd* Vas deferens, *p* Penis.

Die in der Kiemenhöhle von Garneelen schmarotzenden Bopyriden sind getrennt geschlechtlich und stark dimorph, die Zwergmännchen leben am Körper der Weibchen.

Der Ursprung aller dieser eigenthümlichen Geschlechtsverhältnisse ist noch sehr dunkel. Alle freilebenden Krebse sind getrennt geschlechtlich, auch die freilebenden Verwandten der hermaphroditischen Krebse. Daraus und aus der Thatsache, dass nur unter den parasitischen und festsitzenden Krebsen Hermaphroditen sich finden, lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit der Schluss ziehen, dass der Hermaphroditismus bei den Cirripedien und Isopoden ein erworbener Zustand ist, vielleicht hervorgerufen durch die geringen Chancen der Befruchtung, welche bei getrennt geschlechtlichen Thieren die festsitzende oder parasitische Lebensweise darbietet. Zur Erklärung des Auftretens eines hermaphroditischen Zustandes überhaupt aber müssen wir annehmen, und dafür sprechen mehrere Beobachtungen, dass die Anlagen der Keimdrüsen indifferent sind, dass sie in einem Falle unter gewissen unbekannten Verhältnissen sich zu Hoden, in einem anderen Falle zu Ovarien entwickeln, unter Umständen aber auch sowohl Ovarien als Hoden liefern können.

Bei den Cirripedien ist die festsitzende und die parasitische Lebensweise offenbar ausserordentlich alt. Wenn die Annahme begründet ist, dass sie von copepodenartigen Formen abstammen, so waren die Vorfahren der Cirripedien beim ersten Auftreten der festsitzenden oder parasitischen Lebensweise wahrscheinlich getrennt geschlechtlich und dimorph, mit kleineren freibeweglichen Männchen, wie dies ja bei vielen parasitischen Copepoden der Fall ist. Die festsitzende oder parasitische Lebensweise

accentuirte sich sodann immer mehr bei den Weibchen und bedingte das Auftreten des Hermaphroditismus bei ihnen. Daneben blieben die Männchen, auf die sich ebenfalls Cirripediencharaktere übertrugen, als Zwergmännchen bestehen, und es blieb so die Möglichkeit einer gelegentlichen Kreuzbefruchtung gewahrt. Bei den meisten Cirripedien dürften die Männchen mit der Zeit ganz ausgefallen sein und sich der rein hermaphroditische Zustand ausgebildet haben. Bei anderen erwiesen sich vielleicht die Zwergmännchen unter bestimmten Verhältnissen als ausreichend für die Sicherung der Befruchtung, und es bildete sich wieder ein getrennt geschlechtlicher dimorpher Zustand aus.

Bei den Isopoden haben sich die Geschlechtsverhältnisse vielleicht in ganz anderer Weise entwickelt. Wie freilich der proterandrische Hermaphroditismus bei den Cymothoiden entstanden ist, darüber lässt sich zur Zeit nichts Sicheres sagen. Die Geschlechtsverhältnisse der Cryptonisciden und Entonisciden aber sind vielleicht so entstanden zu denken, dass diese Thiere ursprünglich, wie die Cymothoiden, proterandrisch hermaphrodit waren, dass dann aber mit der Zeit ein Theil der Larven sich nur bis zum männlichen Stadium entwickelte und entweder zu larvalen oder zu degradirten Männchen wurde.

Bei den kiemenbewohnenden Bopyriden dürfte das männliche Stadium bei den ursprünglich hermaphroditischen Individuen allmählich unterdrückt worden sein, indem die Zwergmännchen genügten.

Bei der Amphipodengattung Orchestia ist die eigenthümliche Thatsache constatirt worden, dass beim Männchen im Hoden in einem bestimmten Theile des Keimlagers Eier, im übrigen Teile Spermatozoen gebildet werden. Doch gelangen die Eier wohl nie oder nur in Ausnahmefällen nach aussen und sie entwickeln sich jedenfalls nicht weiter. Die hier erwähnte Thatsache, die übrigens nicht allein dasteht, bleibt vor der Hand unerklärt.

XIII. Parthenogenesis. Cyklische Fortpflanzung.

Parthenogenesis kommt unter den Krebsen nur bei Phyllopoden vor, nämlich bei Estheria und Apus unter den Branchiopoden und bei den Cladoceren. Die Männchen sind viel seltener als die Weibchen und treten nur periodisch, bei den Cladoceren im Herbste auf. Die dünnschaligen Sommereier entwickeln sich parthenogenetisch, und es folgen sich im Sommer bei vielen Phyllopoden mehrere Generationen von parthenogenetisch sich fortpflanzenden Weibchen. Die grösseren, hartschaligen, mit mehr Nahrungsdotter ausgestatteten Wintereier hingegen, welche im Herbst gelegt werden, bedürfen der Befruchtung.

XIV. Ontogenie.

Aus dem massenhaft angehäuften, auch für allgemeine morphologische und biologische Fragen überaus wichtigen Untersuchungsmaterial über die Ontogenie der Krebse soll im Folgenden eine ganz beschränkte Auswahl getroffen werden. Ich will zunächst in kurzen Zügen die Entwickelung der äusseren Körperform einiger weniger Krebse darstellen, die eine längere Metamorphose durchmachen und dann eine Skizze von der Entwickelung der inneren Organisation entwerfen.

A) Die Larvengeschichte der Krebse.

Die Entwickelung von Apus (Ordnung: Phyllopoden, Familie: Branchipoden).

1. Larvenstadium, Nauplius. Aus dem Ei schlüpft eine ovale, hinten birnförmig verschmälerte Larve mit unpaarem Stirnauge und mit drei Gliedmaassenpaaren, von denen das vorderste einfach stabförmig ist, während die beiden hinteren gabelästig sind.

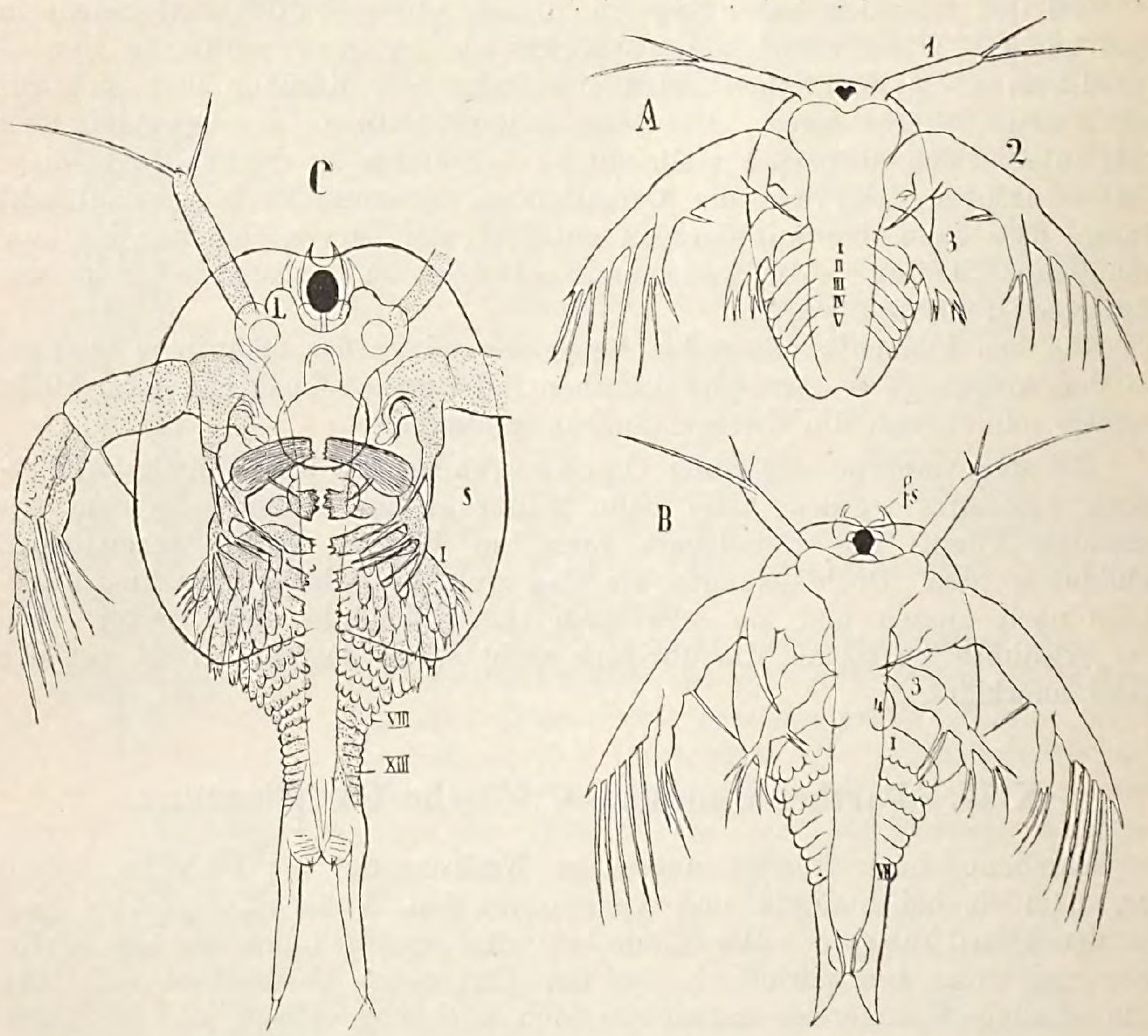


Fig. 258. **Larven von Apus** (nach Claus). *A* **Nauplius**, eben ausgeschlüpft, mit der Anlage der 5 vorderen Rumpfsegmente *I—V*. *B* **2. Larvenstadium** mit der Anlage der vorderen Maxillen und den 7 ersten Rumpfsegmenten. *C* **4. Larvenstadium.** *L* Leber, *s* Schale, *fs* frontales Sinnesorgan.

Die specielle Gestalt und den Borstenbesatz erläutert die Figur (Fig. 258 A). Auf der Dorsalseite des Körpers ist der Rückenschild angelegt. Der After liegt in einer Einkerbung des hinteren Körperrandes. Diese jüngste Larve ist eine **Naupliuslarve**, wie sie in wesentlich übereinstimmender Weise bei so vielen Krebsen das Ei verlässt. Ich will gleich hier die Naupliuslarve der Krebse charakterisiren. Körper ungegliedert mit unpaarem Stirnauge, mit Rückenschild mit frontalen Sinnesorganen (Fäden etc.), mit 3 Paar Gliedmaassen, wovon das vordere einfach stabförmig ist, d. h. aus einer einzigen Reihe von

Gliedern besteht, während die beiden hinteren gabelästig sind, d. h. aus einem Protopoditen, einem Endopoditen und einem Exopoditen (Schaft, Innenast und Aussenast) bestehen. Bei allen Krebsen wird das erste Gliedmaassenpaar des Nauplius zu den vorderen Antennen, das zweite zu den hinteren Antennen, das dritte zu den Mandibeln des erwachsenen Thieres.

Von einer typischen Naupliuslarve unterscheidet sich der Nauplius von Apus (Fig. 258 A) nur dadurch, dass im hinteren Drittheil des Larvenkörpers, vor dem Körperende unter der Haut schon die Anlagen der 5 vorderen Rumpfsegmente (I—V) und ihrer Gliedmaassen zu erkennen sind.

2. Larvenstadium. Der Nauplius häutet sich, und die Larve tritt uns auf dem 2. Stadium (Fig. 258 B) in wesentlich anderer Gestalt entgegen. Der Vorderleib ist verbreitert, der Hinterleib kegelförmig verlängert. An der Stirn ragen 2 Griffel (frontale Sinnesorgane) vor. Der Rückenschild hat sich vergrössert. Am Basalglied des 3. Gliedmaassenpaares (Mandibulargliedmaasse) hat sich ein Kieferfortsatz gebildet. Hinter den Mandibulargliedmaassen zeigt sich die Anlage des ersten Maxillenpaares (4). Die 5 vorderen Segmente des Rumpfes lassen sich deutlicher unterscheiden, ebenso die Anlagen der vorderen 3—4 Paare von Rumpfgliedmaassen, diese als Querwülste. Später hebt sich auch ein 6. Segment ab und hinter ihm die Anlagen der 2 nachfolgenden Segmente. Die Vorwölbungen zu beiden Seiten des Afters haben sich in ansehnliche Furcalfortsätze verlängert. Mit der 2. Häutung tritt die Larve in das

3. Larvenstadium, mit den vorderen 6 gelappten Rumpffusspaaren, deren Grösse und Differenzirung von vorn nach hinten abnimmt, und die schon deutlich die charakteristische Form der Phyllopoden-Schwimmfüsse mit ihren Enditen, Exopoditen und Kiemensäckchen zeigt. Hinter den vorderen 6 Rumpfsegmenten sind 2, später 3 weitere zu unterscheiden und hinter den vorderen Maxillen sind die Anlagen der hinteren aufgetreten. Der Rückenschild bedeckt vorerst nur die beiden vorderen Rumpfsegmente.

4. Larvenstadium, mit 7 vorderen gelappten Rumpffusspaaren (Fig. 258 C). 3—4 vordere Rumpfsegmente vom Rückenschild bedeckt. 8.—9. Beinpaar mit beginnender Lappenbildung, 10.—13. Rumpffusspaar in der Entstehung begriffen. Anlagen des paarigen Auges. Ruderantennen (2. Antennen) mit grossen Kieferhaken.

5. Larvenstadium. 9 vorderste Rumpffusspaare gelappt. Zehntes in Lappenbildung begriffen, 11., 12., 13., 14. Fusspaar angelegt. Dahinter 6 neue Segmentanlagen. Gegenüber der bis jetzt durch die vorderen 2 Beinpaare erfolgenden Fortbewegung tritt jetzt die Bewegung durch die Rumpffüsse (Schwimmfüsse) in den Vordergrund. Der Mandibularfuss ist gegenüber früher sehr stark reducirt, sein Hauptheil ist der Kieferfortsatz.

Weitere Larvenstadien. Es folgen nun noch sehr zahlreiche Häutungen. Immer neue Schwimmfusspaare legen sich hinter den schon gebildeten an und differenziren sich von vorn nach hinten. Der Mandibularfuss verkümmert immer mehr, bis sich schliesslich nur noch sein Kieferfortsatz erhält. Auch die Ruderfüsse der Larven (2. Antennen) verkümmern. Der Rückenschild breitet sich immer weiter aus. Ganz allmählich bildet sich die Gestalt der erwachsenen Thiere aus.

Man ersieht aus dieser Larvengeschichte, 1. dass sich im Allgemeinen der Körper und seine Anhänge ganz allmählich von vorn nach hinten differenziren, dass sich fortschreitend, wenn auch hie und da schubweise, immer neue Segmente und Gliedmaassen hinter den schon gebildeten anlegen, und dass der hinterste Leibesabschnitt der Bildungsherd ist, von dem diese Differenzirung ausgeht;

2. dass im Einzelnen Abweichungen von dieser Bildungsweise zu constatiren sind. Die Maxillen zeigen in der Reihenfolge der Gliedmaassen von vorn nach hinten ein verspätetes Auftreten. Diese Thatsache ist wichtig, weil bei den Phyllopoden die Maxillen im erwachsenen Zustand im Vergleich zu anderen Krebsen sehr vereinfacht sind.

3. Die Mandibeln, im erwachsenen Zustande tasterlose Kauladen, sind bei jungen Larven wohl entwickelte Spaltfüsse.

4. Die hinteren Antennen, im erwachsenen Zustande verkümmert, stellen bei den jungen Larven als grosse 2-ästige Ruderarme die Hauptbewegungsorgane dar.

Entwickelung von Cetochilus (Ordnung: Copepoda, Familie: Calanidae).

1. Larvenstadium. Typischer Nauplius (Figur 259 A). Am Basalglied der 2. Naupliusantenne ein Kaufortsatz, der für die meisten Naupliusarten der Krebse charakteristisch ist. Mund von einer mächtigen Oberlippe überwölbt, was ebenfalls für zahlreiche andere Naupliuslarven charakteristisch ist. Afteröffnung noch nicht gebildet.

2. Larvenstadium. Körper gestreckter, besonders der hintere Abschnitt. Vorn eine kleine Schalenduplicatur. Am Ende des Stadiums tritt hinter dem Mandibularfusspaar das erste Maxillenpaar als kleiner zweiästiger Fuss auf.

3. Larvenstadium. Metanauplius (Fig. 259 B und C). Hinter dem 1. Maxillenpaar ist das 2. und hinter diesem sind die 2 vorderen Rumpffusspaare, alle als

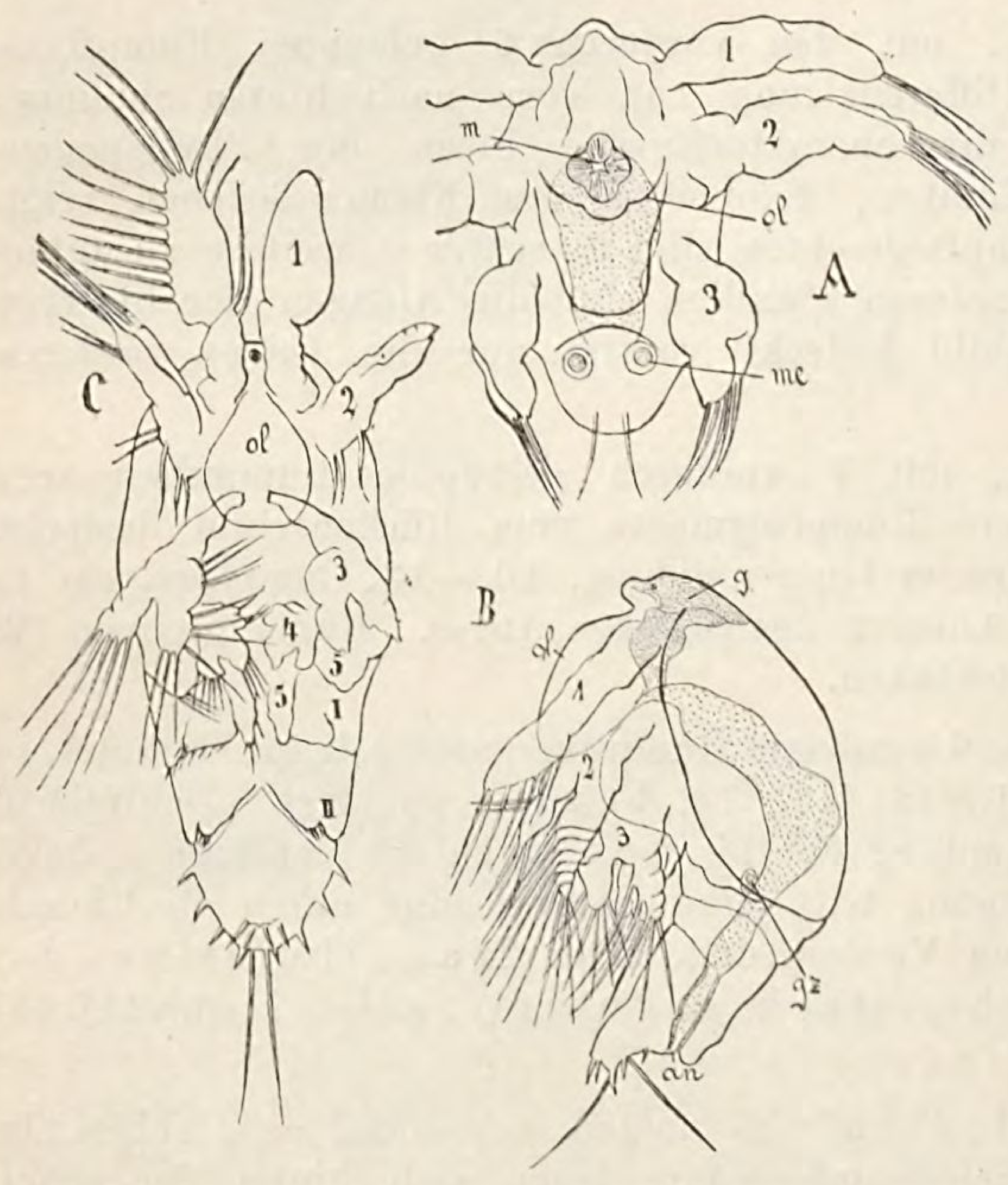


Fig. 259. **Larven von Cetochilus septentrionalis** (nach Grobben). ***A* Nauplius.** ***B* Metanauplius** mit der Anlage der 2 ersten Brustfüsse, von der Seite. ***C* Aelterer Metanauplius.** *ol* Oberlippe, *m* Mund, *g* Gehirn, *gz* Genitalzellen, *an* Anus, *me* Urmesodermzellen, 5, 5 die beiden Maxillarfüsse der linken Seite (Exo- und Endopodit der hinteren Maxille).

zweiästige Füsse, angelegt. Die Rückenschale bedeckt den Vordertheil des Körpers bis und mit dem 2. Maxillarsegment. Am Basalglied der Maxillarfüsse hat sich eine Kaulade entwickelt.

Weitere Larvenstadien. Einige Häutungen. Es legt sich ein drittes Rumpfsegment an.

1. Cetochilusstadium. Die Furca am Leibesende ist ausgebildet. Ein 4. Rumpfsegment und der 3. Rumpffuss sind angelegt.

Nach Analogie mit anderen Copepoden brauchen sich jetzt nur noch unter successiven Häutungen die fehlenden Rumpfsegmente und die 2 hintersten Rumpffüsse anzulegen, und dann ist im Wesentlichen die äussere Gestalt des erwachsenen Thieres erreicht. Die beiden getrennt am Körperstamme inserirenden Maxillarfusspaare, welche für die erwachsenen Copepoden charakteristisch sind, entsprechen den Gabelästen des 2. Maxillenpaares, aus denen sie hervorgehen, stellen also zusammen ein Extremitätenpaar dar.

Wir sehen, dass sich auch bei den Copepoden der Körper mit seinen Gliedmaassen allmählich und fortschreitend von vorn nach hinten differenzirt. Entsprechend der ansehnlichen und typischen Ausbildung sämmtlicher vorhandenen Gliedmaassen beim erwachsenen Thier findet aber während der Entwickelung keine Reduktion anfänglich stärker entwickelter Gliedmaassen statt.

Entwickelung von Sacculina (Ordnung: Cirripedia, Unterordnung: Rhizocephala).

Es ist sehr lehrreich, mit dem Entwickelungsgang freilebender Entomostraken denjenigen parasitischer zu vergleichen. Ich wähle die im erwachsenen hermaphroditischen Zustande wohl unter allen Krebsen am meisten degradirte und deformirte Sacculina (Fig. 209, 249). Lässt sich das Thier im erwachsenen Zustand nicht als Krebs erkennen, so demonstrirt die Reihe der Larvenformen, die es während seiner individuellen Entwickelung durchläuft, auf das deutlichste seine Krebsnatur und Verwandtschaft mit Cirripedien.

Naupliusstadium (Fig. 260 A). Aus dem Ei schlüpft ein typischer Nauplius mit seinen charakteristischen 3 Gliedmaassenpaaren. Das schildartig entwickelte Rückenintegument bildet vorn jederseits einen Fortsatz (Stirnhorn) an dessen Basis Drüsen ausmünden. Auf der Stirn 2 Fäden (frontale Sinnesorgane). Ein unpaares Stirnauge. Auf der Unterseite des Kopfes ein ansehnlicher, medianer Vorsprung, an der Stelle, wo bei anderen Cirripedienlarven die umfangreiche Oberlippe liegt. Am Hinterende des Körpers 2 gegliedert abgesetzte Schwanzstacheln. Mund, Darm und After fehlen. In der Nähe des Naupliusauges ein Gehirnganglion. Ungefähr in der Mitte des Körpers liegt ein Zellenhaufen, die Anlage des Ovariums. Der Nauplius häutet sich nun 3 Mal und erfährt während dieser Häutungen eine Reihe von Umgestaltungen, welche

das Cyprisstadium (Fig. 260 B) vorbereiten, in welches der Nauplius nach der 4. Häutung eintritt. Auf diesem Stadium findet sich eine seitlich zusammengedrückte, den Körper vollständig einschliessende Schale, die aus 2 seitlichen Klappen besteht, welche in der dorsalen Mittellinie, ohne zu articuliren, ineinander übergehen. Der Körper besteht aus 3 Regionen, dem umfangreichen Kopf, dem Rumpf und einem rudimentären Endstück (Abdomen). Die Schale entspringt vom Kopfe. Der Kopf enthält die Ovarialanlage, trägt das Naupliusauge, die Stirnfäden und ein Paar Antennen,

welche aus dem vorderen ungespaltenen Gliedmaassenpaar des Nauplius hervorgegangen sind. Die 2 Spaltfusspaare des Nauplius (2. Antennenpaar und Mandibularfusspaar) sind verschwunden, atrophirt. Der Rumpf besteht aus 6 Segmenten, die sich während der letzten Naupliusstadien hinter dem die Naupliusgliedmaassen tragenden

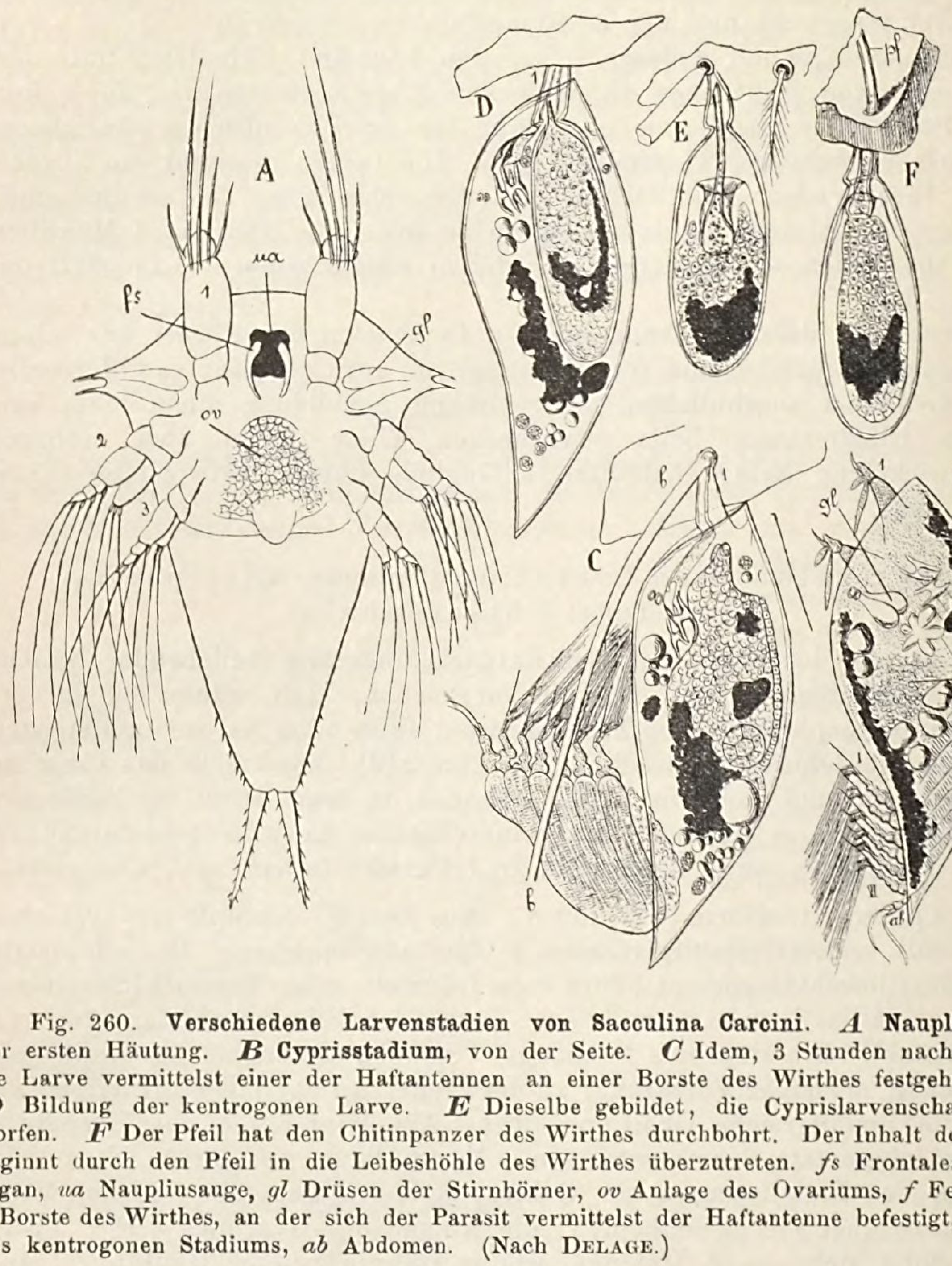


Fig. 260. **Verschiedene Larvenstadien von Sacculina Carcini.** *A* **Nauplius** nach der ersten Häutung. *B* **Cyprisstadium**, von der Seite. *C* Idem, 3 Stunden nachdem sich die Larve vermittelst einer der Haftantennen an einer Borste des Wirthes festgeheftet hat. *D* Bildung der kentrogonen Larve. *E* Dieselbe gebildet, die Cyprislarvenschale abgeworfen. *F* Der Pfeil hat den Chitinpanzer des Wirthes durchbohrt. Der Inhalt des Sackes beginnt durch den Pfeil in die Leibeshöhle des Wirthes überzutreten. *fs* Frontales Sinnesorgan, *ua* Naupliusauge, *gl* Drüsen der Stirnhörner, *ov* Anlage des Ovariums, *f* Fettkugeln, *b* Borste des Wirthes, an der sich der Parasit vermittelst der Haftantenne befestigt, *pf* Pfeil des kentrogonen Stadiums, *ab* Abdomen. (Nach Delage.)

Kopftheil der Larve gebildet haben, und trägt 6 Paar Spaltfüsse, welche die Schwimmbewegung der Larve vermitteln. Das kurze Abdomen trägt ein Paar kurze, mit Borsten besetzte Anhänge. Mund, Darm und After fehlen. Die Larven ernähren sich immer noch auf Kosten des vom Ei überkommenen Nahrungsdotters, der allmählich resorbirt wird.

Das kentrogone Stadium. Nach einem freien Leben von mindestens 3 Tagen fixiren sich die Cyprislarven vermittelst einer der beiden Antennen an der Basis einer Borste am Rücken oder an den Füssen einer

ganz jungen Krabbe. Jetzt wirft die Cyprislarve den ganzen Rumpf ab, so dass nur der Kopf erhalten bleibt (Fig. 260 C, D). Die im Kopfe enthaltenen Organe werden undeutlich, verschmelzen gewissermaassen zu einer kugligen Masse, die unter der alten Cuticula sich mit einer neuen umgiebt. Die Schale wird ebenfalls abgeworfen. Am sackförmigen Körper bildet sich unter der alten nochmals eine neue Cuticula und an einer Stelle ein hohler, pfeilförmiger Fortsatz, der an den Grund einer kraterförmigen Vertiefung des Sackes zu liegen kommt (Fig. 260 E). Sodann stülpt sich die kraterförmige Vertiefung aus; dabei wird der hohle Pfeil in die Antenne vorgestossen, durchbohrt dieselbe und ebenso die weiche Chitinhaut an der Basis der Borste des Wirthes und dringt so in die Leibeshöhle des letzteren ein (Fig. 260 F). Durch den hohlen Pfeil wandert nun der ganze Inhalt des Schlauches in die Leibeshöhle des Wirthes über und wird, nachdem er sich mit einer neuen Cuticula umgeben hat, zur

Sacculina interna, an welcher sich aus der durch den Pfeil übergetretenen Zellmasse alle Organe der erwachsenen Sacculina bilden. Es bilden sich unter anderem auch die Hoden, also im Vergleich zu den Ovarien sehr spät. Die Sacculina interna liegt am abdominalen Darm des Wirthes und ernährt sich durch zahlreiche Wurzelausläufer, die von ihrer Oberfläche ausgehen und die Eingeweide des Wirthes durchsetzen. Mit fortschreitendem Wachsthum der Sacculina übt dieselbe einen Druck auf die Musculatur und das Integument des Wirthes aus, welches in der unmittelbaren Umgebung des Parasiten auf der Unterseite des Abdomens durch Nekrose atrophirt und den sackförmigen Körper der Sacculina nach aussen austreten lässt, während die vom Stiel ausgehenden Wurzeln im Innern des Wirthes zurückbleiben.

Sacculina externa. Die bisher geschlossene Kloake öffnet sich, und an ihrem Rande werden regelmässig Zwergmännchen angetroffen, welche sich als auf dem Stadium der Cyprislarve zurückgebliebene Thiere erweisen, die sich aber von den weiblichen Cyprislarven dadurch unterscheiden, dass sich an ihnen kein Pfeil entwickelt.

Was nun die festsitzenden Cirripedien (Lepadiden und Balaniden) anbetrifft, so durchlaufen sie, wie die Sacculina, in ihrer Entwickelung ein Nauplius- und ein Cyprisstadium. Abgesehen davon, dass diese Nauplius- und Cyprislarven der festsitzenden Cirripedien einen Darmkanal besitzen, unterscheiden sie sich auch in einigen anderen Punkten von den entsprechenden Larven der Sacculina. Für die Naupliuslarve der Cirripedien ist charakteristisch: ein Rückenschild mit Stirnhörnern und hinteren Stachelfortsätzen. Eine grosse Oberlippe. Die Cyprislarve (Fig. 261) der Cirripedien charakterisirt sich durch folgende, unter vielfachen Häutungen der Naupliuslarven auftretende Eigenthümlichkeiten: Eine 2-klappige Schale mit Schalenmuskeln. Die vorderen Antennen sind zu Haftantennen geworden. Die hinteren Antennen und Mandibularfüsse der Naupliuslarve sind verschwunden, ebenso die Oberlippe. Neben dem unpaaren Auge ist ein paariges, zusammengesetztes Auge aufgetreten. Hinter den Mandibularfüssen der Naupliuslarve haben sich einfache vordere und vielleicht auch hintere Maxillen angelegt. Der Rumpf besteht aus 6 Segmenten mit 6 gabelspaltigen, zur Schwimmbewegung dienenden Fusspaaren. Abdomen mit 2 Furcalgliedern. In das mit einer Saugscheibe versehene 2. Glied der Haftantennen mündet eine Cementdrüse.

Die Cyprislarve setzt sich mittels ihrer Haftantennen fest. Es folgt ein Puppenstadium (Fig. 262), während dessen unter der Larvenhaut sich die Organe des erwachsenen Cirripeds bilden. Im Innern der Maxillen und

6 Rumpffusspaare der Cyprislarve legen sich die Mundtheile und 6 Rankenfusspaare des erwachsenen Cirripeds an. Bei den Lepadiden wächst der Kopf nach vorn zu dem am Vorderende die winzig kleinen Haftantennen tragenden Stiel aus, und unter der Cyprisschale bilden sich auf der Mantelduplicatur die 5 Schalenstücke. Die Cyprisschale wird abgeworfen, die paarigen Augen gehen verloren.

Die Entwickelungsgeschichte der festsitzenden und parasitischen Cirripedien ist in mancher Beziehung höchst interessant. Die cyprisähnliche Larve zeigt, abgesehen von den fehlenden hinteren Antennen und Mandibularfüssen, deutliche Entomostrakencharaktere. Ihre 6 Spaltfusspaare erinnern an die Schwimmfüsse der Copepoden. Die Umgestaltung der frei schwimmenden Cyprislarve in das festsitzende Geschlechtsthier beruht auf einer Anpassung der Organisation an die festsitzende Lebensweise: Ausbildung einer harten, zum Schutze dienenden Schale oder eines Gehäuses, Umwandlung der Schwimmfüsse der Cyprislarve in Rankenfüsse, die zum Herbeistrudeln der Nahrung geeignet sind, Verkümmerung der paarigen Augen, die bei einem festsitzenden Thier keinen grossen Nutzen darbieten. Als schon auf das Stadium der cyprisähnlichen Larve zurückverlegte Anpassung an die festsitzende Lebensweise ist die Rückbildung der hinteren Antennen und Mandibularfüsse aufzufassen, die bei der Naupliuslarve noch besonders als Locomotionsorgane eine wichtige Rolle spielen und schon bei der Cyprislarve unnütz werden, da hier die Rumpffüsse in den Dienst der Locomotion treten.

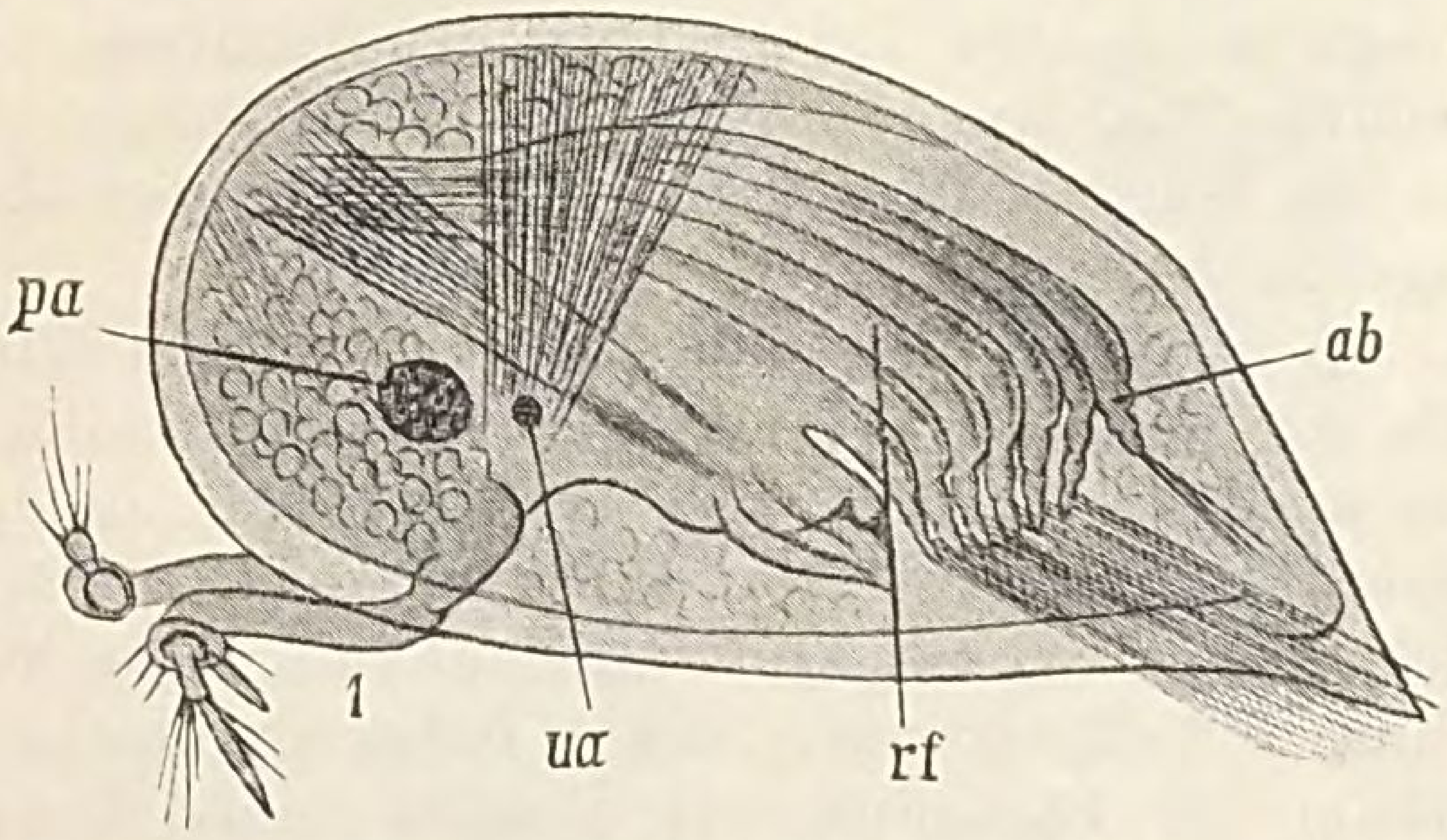


Fig. 261. **Cyprisähnliche Larve von Lepas fasciculata** (nach Claus).

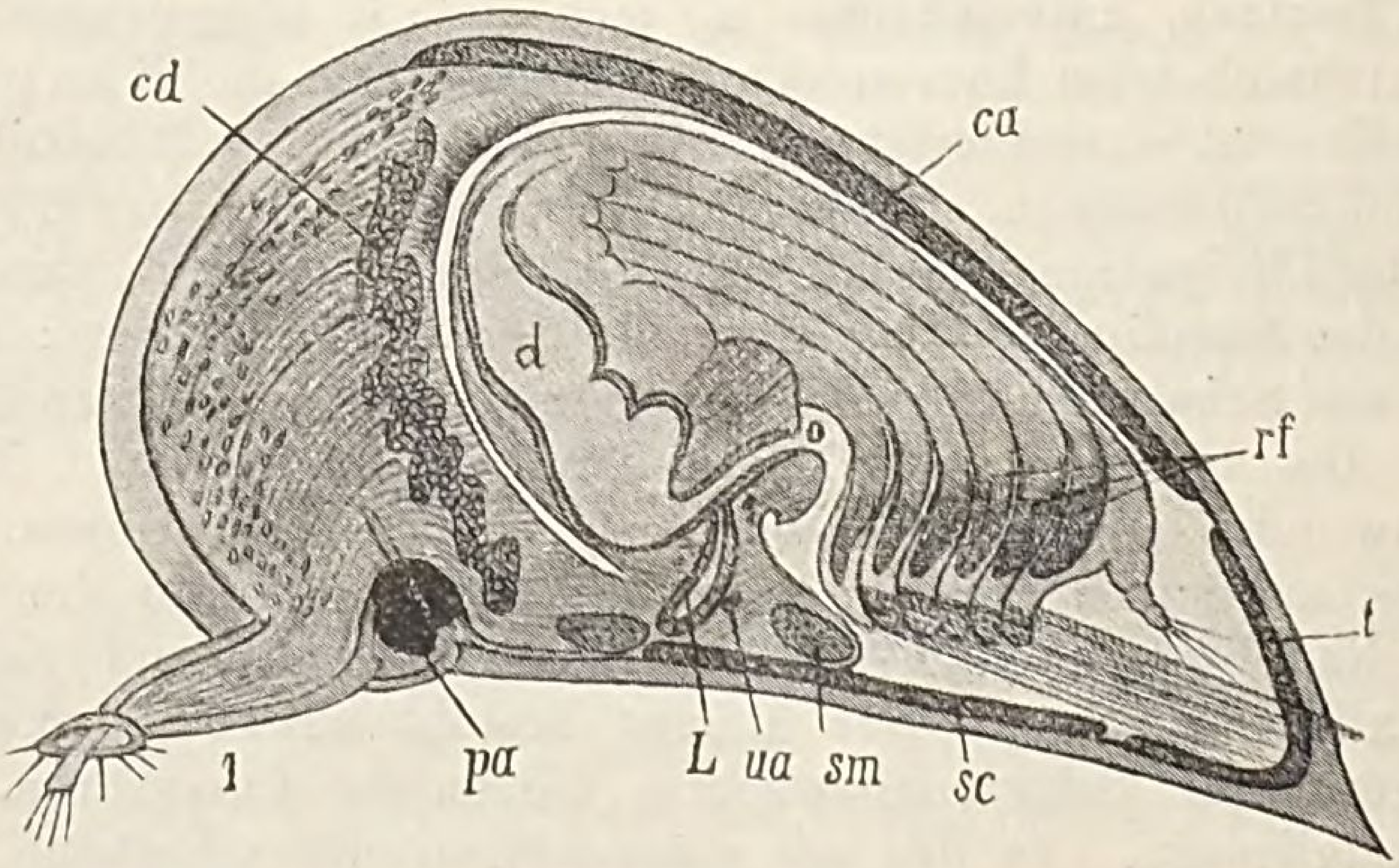


Fig. 262. **Puppe von Lepas pectinata,** im optischen Durchschnitt (nach Claus). Für Fig. 261 und 262 bedeutet: *pa* Paariges Auge, *ua* unpaares Naupliusauge, *rf* Rumpffüsse, bei Fig. 262 mit den Anlagen der Rankenfüsse im Innern, 1 vordere (Haft-)Antennen, *L* Leber, *sm* Schliessmuskel der Scuta, *ab* Abdomen, *ca* Carina, *t* Tergum, *sc* Scutum, *cd* Cementdrüse.

Ausserordentlich viel tiefgreifender sind die oben geschilderten Veränderungen, welche die Umwandlung der cyprisähnlichen Larve in die parasitische Sacculina begleiten. Sie charakterisiren sich als eine weitgehende Degradation, als eine stark rückschreitende Metamorphose. Um die Thatsache zu erklären, dass trotz der Degradation des erwachsenen Thieres bei der Entwickelung doch die typischen Nauplius- und Cyprislarven wiederkehren, darf man nicht ausschliesslich auf die Macht der Vererbung hinweisen, sondern man muss sich auch daran erinnern, dass für Parasiten frei bewegliche Jugendformen behufs Infection neuer Wirthe und zur Erhaltung der Art ausserordentlich nützlich sind. Trotzdem erkennen wir auch schon an den freischwimmenden Larven der Sacculina deutliche Zeichen einer Degeneration, so z. B. die Rückbildung des Darmes. Diese Rückbildung konnte ohne Schaden für die Erhaltung der Art deshalb eintreten, weil die erwachsene Sacculina in Folge ihrer überaus günstigen Ernährungsbedingungen den Eiern auf ihren Entwickelungsweg so viel Nahrungsdotter mitgeben kann, dass die aus ihnen hervorgehenden Larven auf selbständigen Nahrungserwerb verzichten können. Der Grund des Auftretens eines endoparasitischen Stadiums in der Entwickelung der Sacculina, welches dieser Entwickelung einen so bizarren Charakter verleiht, dürfte darin gesucht werden müssen, dass dadurch für den Parasiten die Gefahr vermieden wird, bei den Häutungen des Wirthes von demselben abgestossen zu werden.

Larvengeschichte der Euphausidae (Ordnung: Schizopoda) (Fig. 263).

1. Naupliusstadium. Typisch.

2. Metanaupliusstadium. Die Kaulade der Mandibeln entwickelt sich, während der Mandibularfuss selbst verkümmert. Oberlippe und Unterlippe. Hinter den Mandibeln treten die ersten Anlagen der beiden Maxillenpaare und des ersten Brustfusspaares (Kieferfusspaar) als Knospen auf. Kopfbrustschild deutlich entwickelt. Erstes Auftreten der paarigen Augen.

3. Calyptopisstadium (etwa dem Protozoëastadium von Penaeus entsprechend) (B, C). Brust und Abdomen abgegrenzt. Letzteres schon gestreckt. An der Brust und nachher am Abdomen tritt die Segmentirung auf. Ausser den Anlagen des letzten Pleopodpaares (Uropoda) treten keine neuen Extremitätenanlagen auf.

4. Furciliastadium. Die paarigen Augen werden gestielt. Die vordersten Brust- und Abdominalfusspaare legen sich successive von vorn nach hinten an.

5. Cyrtopiastadium. Antennen umgewandelt, dienen nicht mehr zur Bewegung. Die hinteren Brust- und Abdominalfusspaare und die Kiemen treten auf.

6. Postlarvale Stadien. Umwandlung in das erwachsene Thier. Definitive Ausbildung der Schwanzflosse.

Es ist wohl, angesichts des erwachsenen Zustandes, unnöthig, zu bemerken, dass alle Thoracalfüsse und Pleopoden als Spaltfüsse angelegt werden und diesen Charakter zeitlebens beibehalten. Den Namen der Entwickelungsstadien (Calyptopis, Furcilia, Cyrtopia) ist keine besondere Bedeutung beizumessen; sie rühren daher, dass die betreffenden Larven früher für besondere Krebsgenera gehalten worden sind.

Wir ersehen somit aus der Larvengeschichte der Euphausiden von neuem, dass der Körper mit seinen Gliedmaassen sich im Allgemeinen von

vorn nach hinten differenzirt. Im Speciellen aber constatiren wir wichtige Ausnahmen von dieser Regel. Vor allem tritt die Anlage des letzten Pleopodpaares vor den Anlagen der übrigen Pleopoden, ja der Brustfüsse auf. Diese Thatsache ist wichtig wegen der speciellen Gestaltung und wichtigen Rolle, welche dem letzten Pleopodpaar als Theil der Schwanzflosse bei den älteren Entwickelungsstadien und beim erwachsenen Thier zukommt. Wir constatiren ferner, dass, wenn auch die Brust sich früher segmentirt als das Abdomen, und wenn auch sowohl an der Brust als am Abdomen die Extremitäten sich in der Reihenfolge von vorn nach hinten differenziren, doch die Anlage der Extremitäten an der Brust und am Abdomen ungefähr gleichzeitig, bisweilen am Abdomen sogar früher erfolgt.

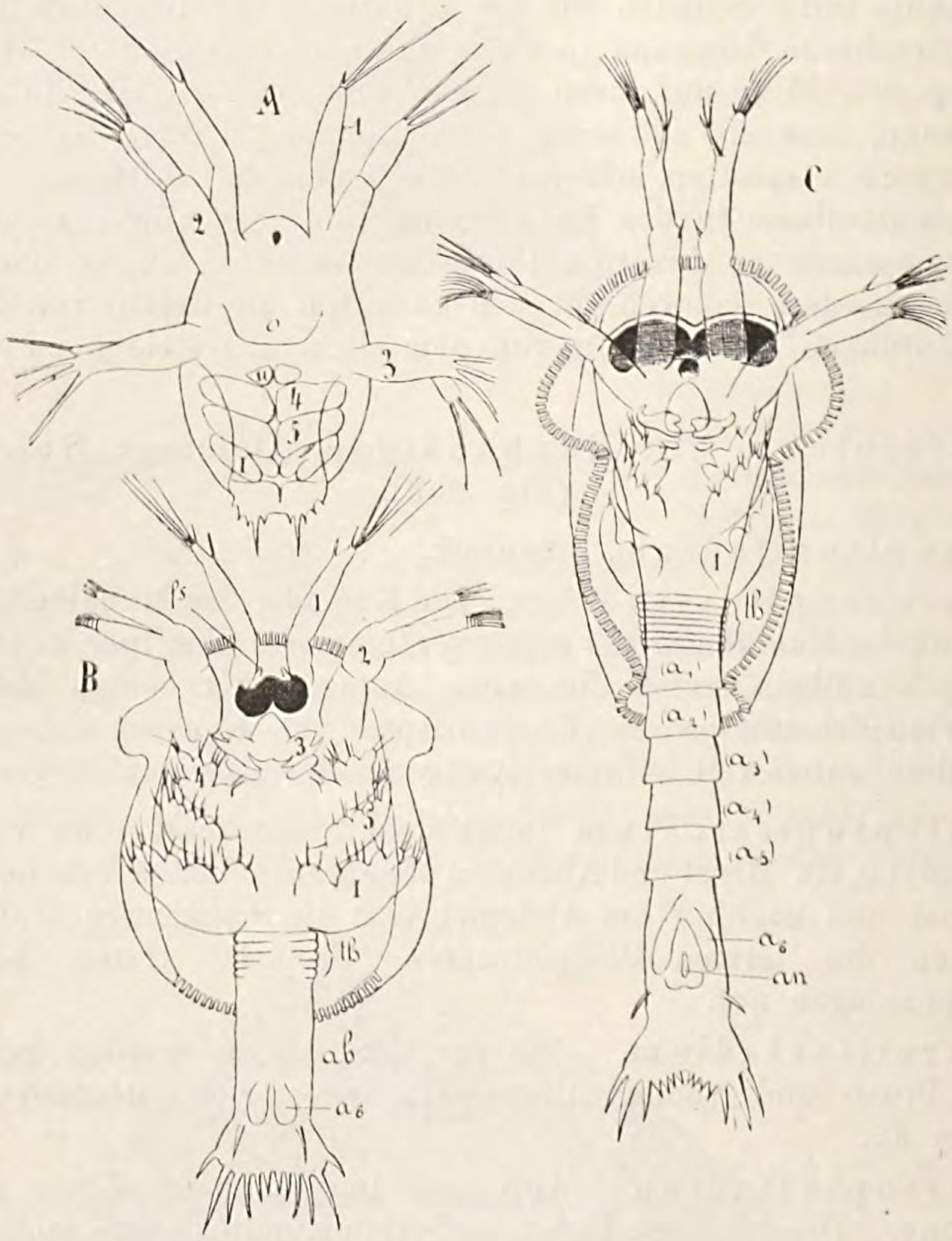


Fig. 263. **Larven von Euphausia.** *A* **Nauplius,** letzte Form vor der Häutung (nach METSCHNIKOFF). *B* **Protozoëa.** *C* **Idem, etwas älter** (nach CLAUS). *th* Thoracalsegmente, *ab* Abdomen, (a_1—a_6) Abdominalsegmente, *an* Anus, *fs* frontales Sinnesorgan, 1—5 Gliedmaassen des Kopfes, a_6 6. Pleodpaar.

Larvengeschichte von Penaeus (Ordnung: Decapoden; Unterordnung: Macrura; Familie: Caridinae, Garneelen). (Fig. 264 u. 265.)

1. Naupliusstadium. Aus dem Ei schlüpft ein typischer, ungegliederter Nauplius (Fig. 264 A). Der Körper besitzt keinen Rückenschild und trägt hinten 2 Borsten.

2. Metanaupliusstadium. Es zeigt sich die Anlage des Rückenschildes. Das 3. Naupliusgliedmaassenpaar (Mandibulargliedmaasse) zeigt die Anlage der Kaulade. Hinter ihm treten die stummelförmigen Anlagen der 4 folgenden Gliedmaassenpaare (Maxillen und 2 vordere Kieferfusspaare) auf.

3. Erstes Protozoëastadium (Fig. 264 B). Kopfbrustschild gross geworden. Hinterer Körperabschnitt verlängert, ebenso lang wie der übrige Körper. Die 2 Maxillenpaare und die 2 vorderen Kieferfusspaare haben sich entwickelt und sind funktionsfähig; letztere sind Spaltfüsse mit Endo- und Exopoditen. Der hinter ihnen folgende Abschnitt ist in 6 Segmente ohne Extremitätenanlagen getheilt, welche die Anlagen der 6 hinteren Brustsegmente (*III*—*VIII*) darstellen. Darauf folgt der noch nicht segmentirte Hinterleib ohne Extremitätenanlagen. Der Mandibulartaster ist verkümmert. Der Hinterleib endigt mit 2 Furcalfortsätzen. Neben dem Naupliusauge tritt das paarige Auge auf.

4. Zweites Protozoëastadium (Fig. 265 A). Dem vorigen sehr ähnlich, doch zeigen sich am Abdomen die Anlagen der 5 vorderen Abdominalsegmente [(a_1)—(a_5)]. Hinter dem 2. Kieferfusspaar am ersten der 6 neugebildeten Thoracalsegmente tritt die Anlage des 3. Kieferfusspaares auf (*III*).

5. Erstes Zoëastadium. Die paarigen Augen heben sich als Stielaugen ab. Das 3. Kieferfusspaar ist ebenfalls zweiästig geworden. An den nachfolgenden 5 Thoracalsegmenten treten die Anlagen der 5 Paar „Gehfüsse" auf (Fig. 265 B *IV*—*VIII*). Auch an den Segmenten des Abdomens zeigen sich Bildungen, die als Anlagen der Pleopoden gedeutet werden (a_1—a_6). Jedenfalls ist die Anlage des letzten Pleopodpaares, welches zusammen mit dem Telson die Schwanzflosse zu bilden bestimmt ist, jederseits unter der Haut als zweilappige Scheibe deutlich sichtbar.

6. Zweites Zoëastadium (Fig. 265 C). Das letzte Pleopodpaar ist frei nach aussen vorgetreten. An den beiden Maxillenpaaren haben sich kleine Fächerplatten (Exopoditen) ge-

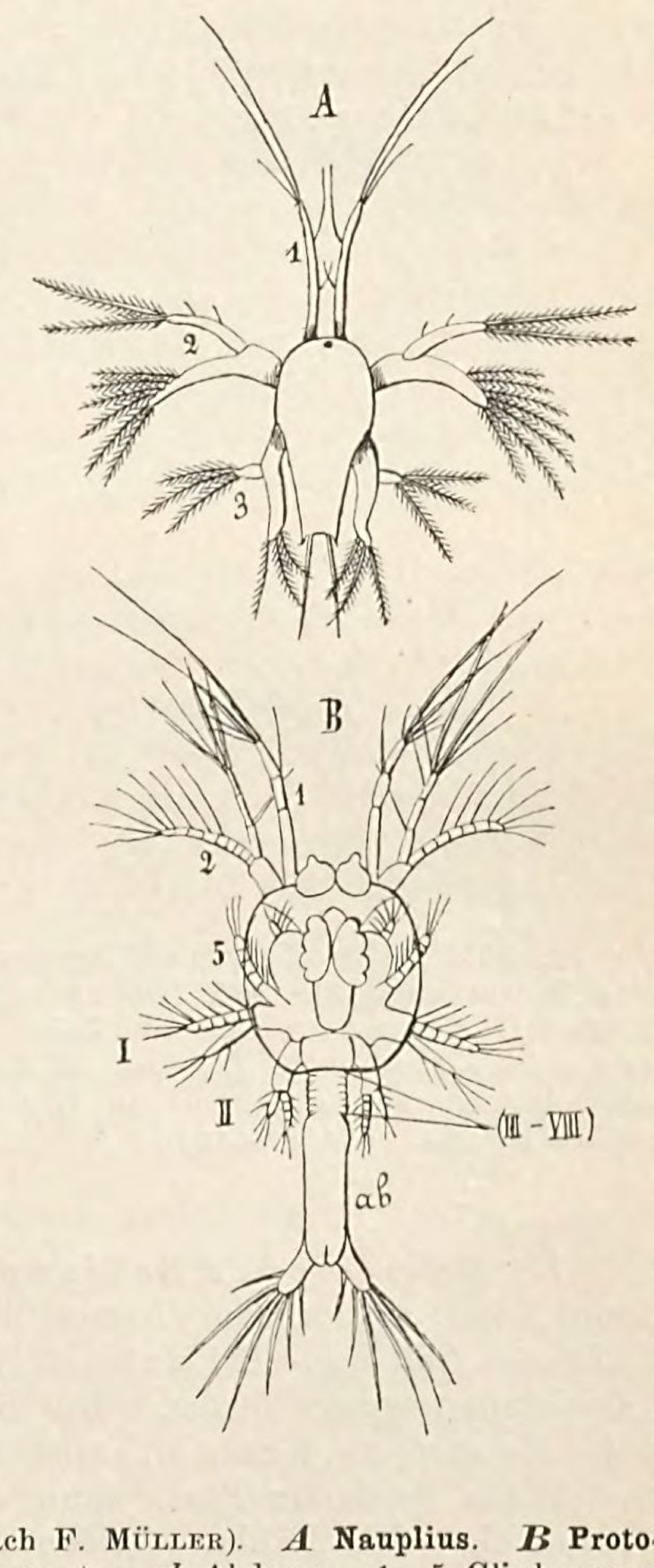


Fig. 264. **Junge Larven von Penaeus** (nach F. Müller). *A* **Nauplius.** *B* **Protozoëa.** (*III*—*VIII*) Anlage des 3.—8. Rumpfsegmentes, *ab* Abdomen, 1—5 Gliedmaassen des Kopfes, *I*, *II* der Brust. In allen folgenden Figuren sind die Kopfgliedmaassen in ihrer Reihenfolge von vorn nach hinten mit arabischen, die Brustgliedmaassen mit römischen Ziffern, die Abdominalfüsse (Pleopoden) mit a_1—a_6, das Telson mit *t*, die Exopoditen mit *ex* und die Endopoditen mit *en* bezeichnet.

bildet. Die 5 hinteren Thoracalfusspaare (Gehfüsse) ragen als zweizipfelige Schläuche frei vor. Die als Pleopodanlagen gedeuteten Bildungen am Abdomen des 1. Zoëastadiums sind nicht mehr zu sehen. Der Cephalothoracalschild zeigt vorn einen medianen Stachel. Das Thier bewegt sich immer noch vorwiegend mit den beiden Antennenpaaren.

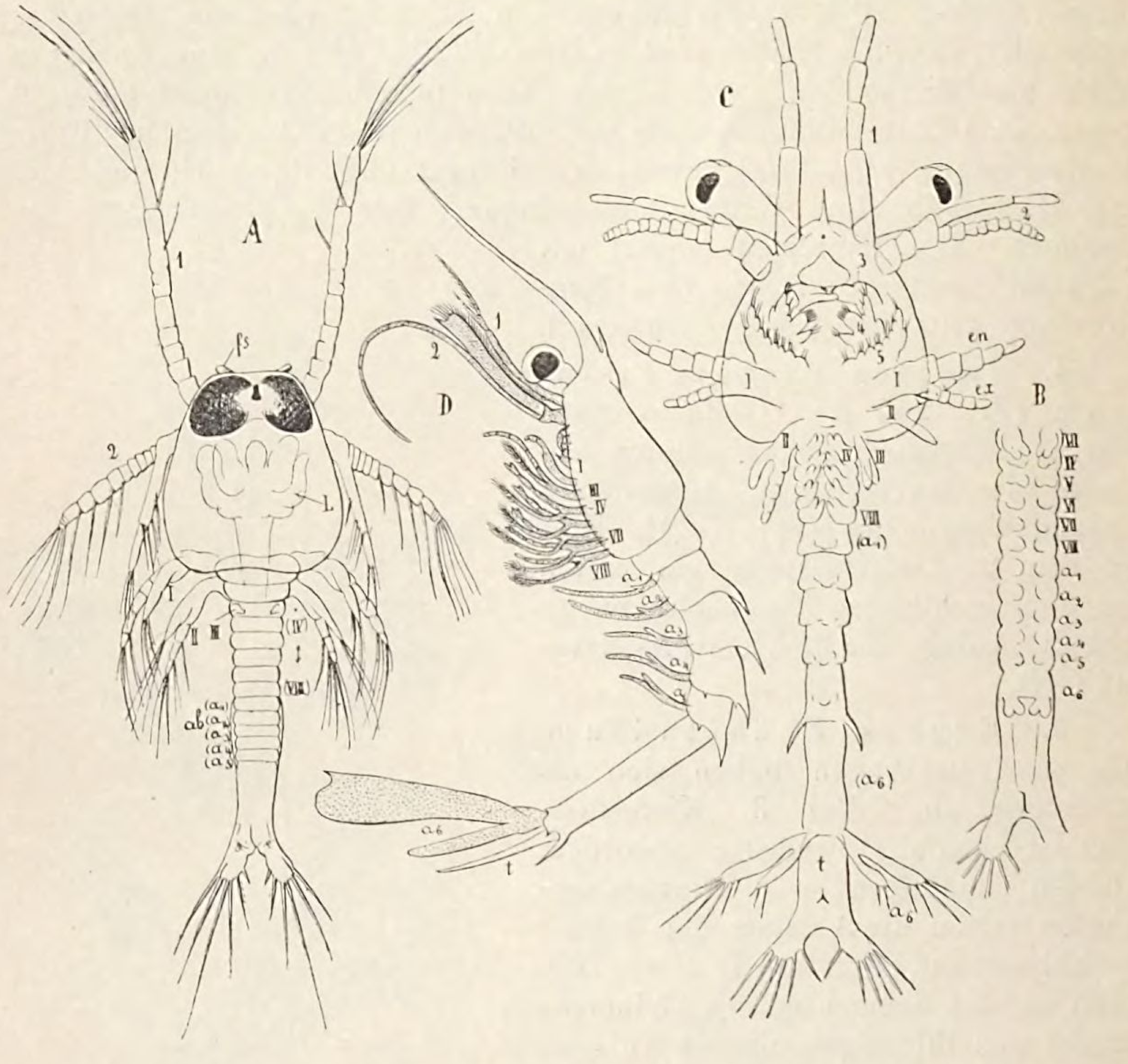


Fig. 265. **Aeltere Larven von Penaeus.** *A* **Aeltere Protozoëa,** vom Rücken. *B* **6 hintere Thoracalsegmente und Abdomen mit den Fussanlagen von einer etwas älteren Larve.** *C* **Weiter vorgeschrittene Zoëa.** *D* **Mysisstadium eines Penaeus,** von der Seite. *fs* Frontales Sinnesorgan, *L* Leber, *ab* Abdomen, (*IV*—*VIII*) Thoracalsegmente, (a_1—a_6) Abdominalsegmente, *t* Telson. In *C* ist links der 3. Thoracalfuss (3. Kieferfuss) vom zweiten bedeckt. (Nach CLAUS.)

7. Mysis- oder Schizopodenstadium (Fig. 265 D). So genannt, weil sämmtliche Thoracalfüsse wie bei den Schizopoden als lange Spaltfüsse (mit Exo- und Endopodit) entwickelt sind und wie dort auch zur Schwimmbewegung dienen. Die Kiemenanhänge der Thoracalfüsse treten auf. Es sprossen ferner während dieser Periode die Pleopoden, und zwar zuerst das vorderste Paar, dann das 2. und dann die übrigen ziemlich gleichzeitig. Die Fühler erleiden wichtige Umgestaltungen, die sie der erwachsenen Form nähern. Am Cephalothoracalschild treten ebenfalls Veränderungen auf. An der Antennenbasis bildet sich die Gehörblase. Die Mandibel bekommt einen Taster. Die Kiefer nähern sich der definitiven Form. Allmählich erreichen die Larven unter mehrfachen Häutungen

8. die Penaeusform, indem die Exopoditen der Brustfüsse mehr oder weniger stark verkümmern und die Pleopoden sich weiter ausbilden.

Es zeigt uns auch die Penaeusentwickelung, dass der Körper mit seinen Anhängen sich allmählich von vorn nach hinten differenzirt. Doch eilt auch hier das letzte Pleopodpaar den übrigen voraus.

Larvengeschichte der Stomatopoden (Fig. 266).

Leider kennt man von keiner Stomatopodenform die vollständige Reihe der Larvenformen von der aus dem Ei schlüpfenden Larve bis zum erwachsenen Thier. — Die Larven der Stomatopoden gehören zu zwei Typen, von denen der eine als Erichthus-, der andere als Alimatypus bezeichnet wird. Ich will nur den ersteren berücksichtigen.

A) Jüngste bekannte Erichthoidlarve (A). Am Körper kann man drei Regionen unterscheiden, eine vordere, mittlere und hintere. Die vordere entspricht dem Kopf, von ihr entspringt als Duplicatur des Integumentes ein grosser Rückenschild, der auch die zweite Region bedeckt. Der Kopf trägt ausser einem unpaaren Auge die beiden grossen Stielaugen, die beiden Antennenpaare, das Mandibelpaar und die beiden Maxillenpaare. — Die zweite Region besteht aus 5 Segmenten, welche den 5 vorderen Thoracalsegmenten entsprechen und trägt 5 gabelästige Schwimmfusspaare (*I*—*V*), von denen die 3 letzten von vorn nach hinten an Grösse abnehmen. Diese 5 Fusspaare entsprechen den 5 Mundfusspaaren der erwachsenen Stomatopoden. — Die dritte Region besteht aus 3 kurzen, den 3 hinteren Thoracalsegmenten entsprechenden, gliedmaassenlosen Segmenten (die auch noch vom Rückenschild bedeckt werden) und einer ebenfalls anhangslosen, sehr umfangreichen Schwanzplatte.

B) An einer etwas ältern 2. Larve hat sich vor der Schwanzplatte ein neues Segment (das vorderste Abdominalsegment) mit einem Gliedmaassenpaar gebildet. Das 2. Brustfusspaar zeigt Veränderungen, welche dessen Umwandlung zum grossen Raubfusse vorbereiten.

C) Bei einer dritten Larve (B) sind vor der Schwanzplatte 2 neue Segmente mit ihren Fussanlagen und bei noch älteren Larven alle Abdominalsegmente mit ihren Fusspaaren mit Ausnahme des 6. angelegt, während die 3 hinteren Brustsegmente noch immer gliedmaassenlos sind.

D) Bei einer vierten Erichthoidlarve haben die 2 vorderen Brustfusspaare ihre Exopoditen eingebüsst, dagegen treten an ihnen die Anlagen von Epipoditen (Kiemen) auf. Die drei nachfolgenden Brustfusspaare sind reducirt, die drei letzten Thoracalsegmente noch ohne Extremitäten. Am 6. Abdominalsegment tritt die Anlage der Gliedmaassen (Uropoden) auf.

E) Auf den folgenden Stadien verkümmern das 3., 4. und 5. Brustfusspaar vollständig oder es bleiben von ihnen nur kleine Säckchen zurück (C).

F) Es folgt jetzt, durch verschiedene Zwischenstadien vorbereitet, die vollkommen ausgebildete Erichthuslarve (D). Das 3., 4. und 5. Brustfusspaar tritt wieder auf, und zwar in der definitiven Gestalt, so dass jetzt die 5 vorderen Rumpffusspaare als Raub- oder Mundgliedmaassen entwickelt sind. An den drei letzten Thoracalsegmenten zeigen sich die Anlagen der zweiästigen Gehfüsse. Es ist jetzt nicht nur die volle Segmentzahl, sondern auch die volle Gliedmaassenzahl des erwachsenen Thieres erreicht.

Diese Larvengeschichte der Stomatopoden lehrt:

1. dass die Segmente des Körpers sich von vorn nach hinten differenziren;
2. dass auch die Gliedmaassen sich im Allgemeinen von vorn nach hinten differenziren; diess gilt, da bei der jüngsten Erichthoidlarve die 5 vorderen Thoracalfüsse schon entwickelt sind, vornehmlich für die Abdominalfüsse. Es tritt sogar von allen Pleopodpaaren das letzte (Uropodpaar) auch zuletzt auf, im Gegensatz zu den Decapoden, wo es allen andern und zum Theil auch den Rumpffüssen vorauseilt.
3. Von dieser sub 2 statuirten Regel machen die drei letzten, beim erwachsenen Thier nicht gerade kräftig entwickelten Brustfusspaare (Gehfüsse) eine bemerkenswerthe Ausnahme, indem sie erst nach den Pleopoden auftreten.
4. Auffallend ist, dass das 3., 4. und 5. Rumpffusspaar, welche Fusspaare anfänglich als zweiästige Ruderfüsse entwickelt waren, nachher vollständig verkümmern, um sich am ältesten Erichthusstadium wieder in ihrer definitiven Gestalt neu zu bilden.

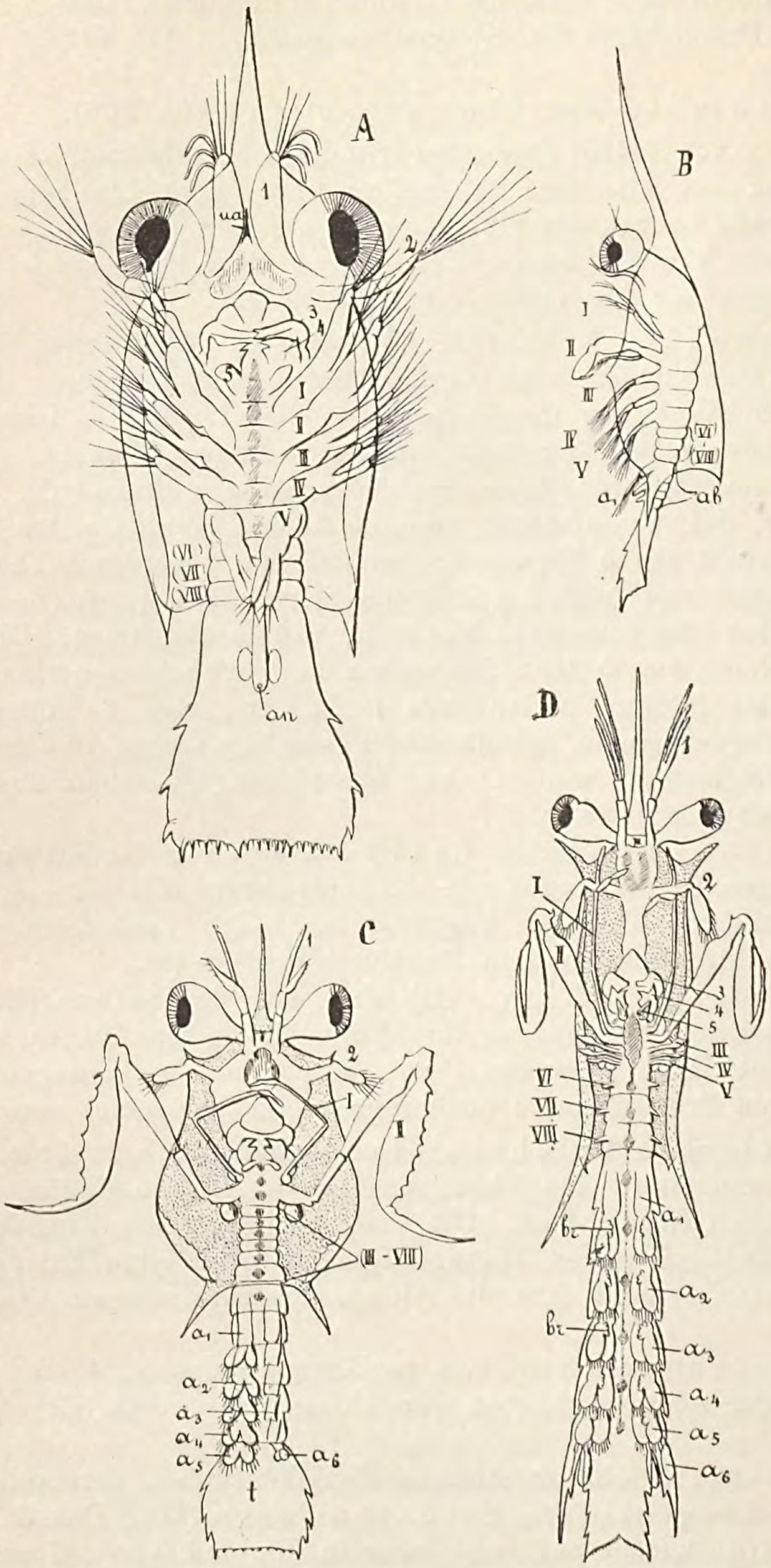


Fig. 266. **Stomatopodenlarven vom Erichthustypus.** *A* **Jüngste bekannte Erichthoidlarve.** *B* **Etwas ältere Larve**, von der Seite. *C* **Junge Erichthuslarve (Zoëa).** *D* **Aeltere Erichthuslarve** mit vollständiger Gliedmaassenzahl. *an* After, *ua* Naupliusauge, *br* Anlagen der Kiemen an den Pleopoden, *ab* Abdomen. Die in Klammern gesetzten römischen Zahlen bezeichnen die entsprechenden gliedmaassenlosen Thoracalsegmente. *I—V* Mundfüsse, *VI—VIII* Gehfüsse, *t* Telson. (Nach Claus).

Entwickelung von Palinurus und Scyllarus (Decapoda, Macrura, Fam.: Loricata).

Die frühe Larvenentwickelung ist in das Embryonalleben innerhalb der Eischale einbezogen, während dessen ein Naupliusstadium und später ein sehr wichtiges weiteres Stadium durchlaufen wird, das man als embryonales Phyllosomastadium bezeichnen könnte, mit folgender Diagnose: 2 Paar Antennen, Mandibel, 2 Paar Maxillen. Sämmtliche Brustfüsse (3 Paar Kieferfüsse und 5 Paar „Gangfüsse") angelegt, doch die beiden hintersten Gangfusspaare als sehr kleine Knospen. Die übrigen Thoracalfüsse zweiästig, doch werden die Exopoditen am 2. und 3. Kieferfusspaar noch während des Embryonallebens rückgebildet. Zwei gestielte Seitenaugen und das unpaare Naupliusauge. Am Körper sind 3 Regionen zu unterscheiden: 1) Kopf mit Rückenschild, 2) Brustregion, an der die Segmentirung angedeutet ist, 3) deutlich gegliederte, jedoch gliedmaassenlose Abdominalregion, welche mit einer Gabel endigt.

Noch vor dem Ausschlüpfen der Larve verkümmert das erste Kieferfusspaar, reduciren sich das 2. Maxillenpaar, das 2. Antennenpaar und die beiden hintersten Gangbeinpaare.

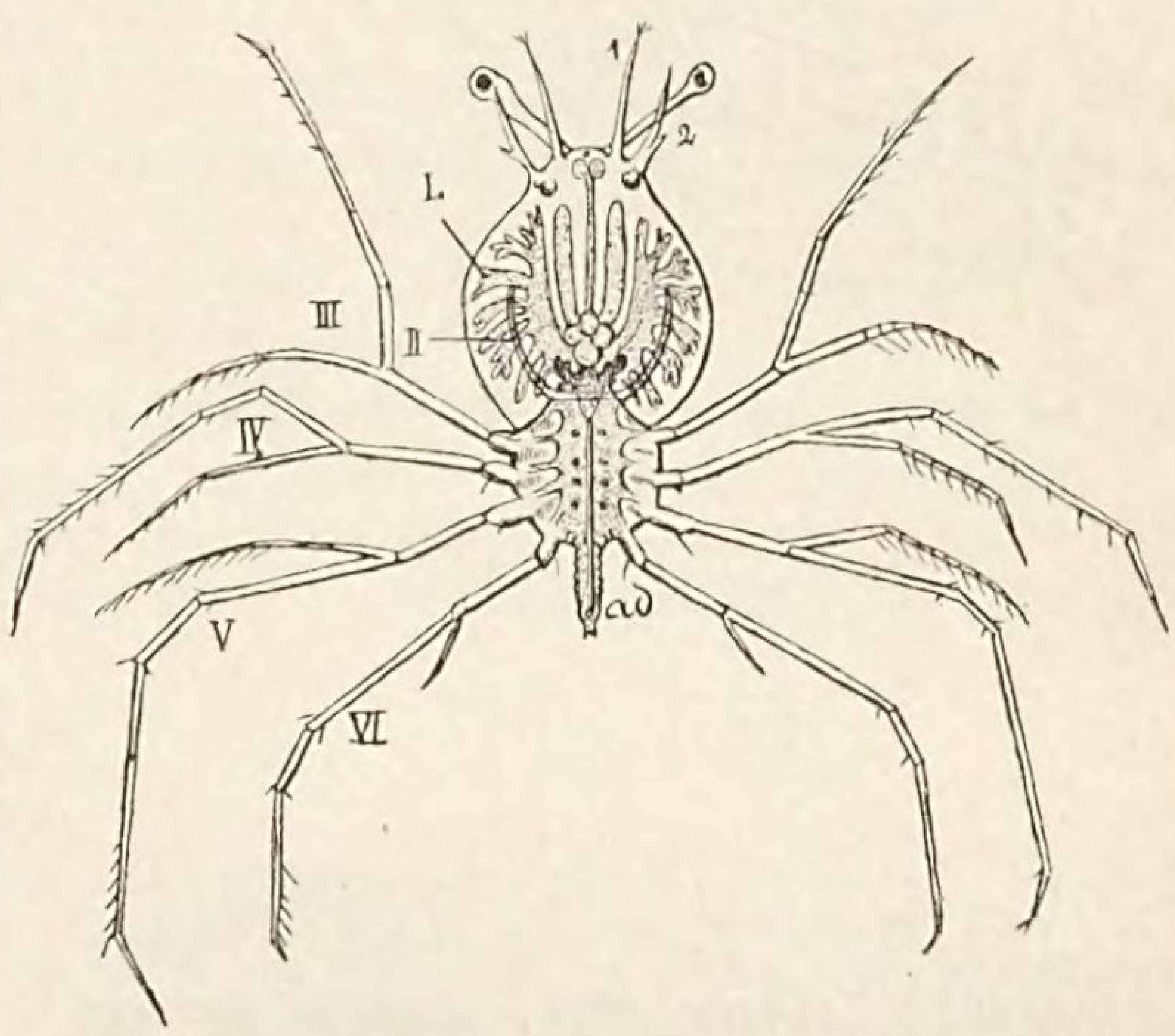


Fig. 267. **Phyllosoma von Palinurus** (nach CLAUS). *ad* Abdomen, *L* Leber.

Die aus dem Ei schlüpfende Larve lässt die 3 schon erwähnten Körperregionen unterscheiden, sie ist stark dorsoventral abgeplattet (blattartig), glashell durchsichtig und wird als jüngere Phyllosoma (Fig. 267) bezeichnet.

Die ältere Phyllosomalarve unterscheidet sich von der jüngeren durch folgende Charaktere. Das erste Kieferfusspaar hat sich neu gebildet, ebenso die beiden hinteren Gangfusspaare. Die beiden hinteren Kieferfüsse erhalten wieder Exopoditen, und an den Gangbeinen treten die Anlagen der Kiemen auf. Das Abdomen ist gestreckter und zeigt die Anlagen der Pleopoden. Die Larve besitzt also jetzt schon, abgesehen von ihrer bizarren Gestalt, typische Decapodencharaktere. Ihre Umwandlung zur Geschlechtsform ist nicht beobachtet.

Die Entwicklungsgeschichte der Loricaten lehrt:

1. dass während der in der letzten Zeit des Embryonallebens sich abspielenden Vorgänge der Körper mit seinen Extremitäten sich in typischer Weise von vorn nach hinten differenzirt;

2. dass vor dem Ausschlüpfen der Phyllosomalarve verschiedene Extremitäten oder Theile von Extremitäten rückgebildet werden, die an den älteren Phyllosomalarven wieder neu auftreten, so ganz besonders der erste Kieferfuss und die beiden letzten Gangfüsse. — Die Phyllosomalarve zeigt in besonders auffälliger Weise den Charakter einer pelagischen Larve.

Entwickelung der Brachyuren.

Aus dem Ei schlüpft eine sehr charakteristische **Zoëalarve** (Fig. 268). Ihr Rückenschild ist durch den Besitz langer Stachelfortsätze gekennzeichnet, unter denen ein frontaler, 2 seitliche und ein dorsaler constant sind. Alle Kopfgliedmaassen sind vorhanden. Von den Brustfüssen finden sich die beiden vorderen Kieferfusspaare, die übrigen Brustfüsse, wie der entsprechende Brustabschnitt des Körpers selbst fehlen oder sind höchstens in der ersten Anlage vorhanden. Das Abdomen ist gegliedert, endigt mit 2 Gabelästen, entbehrt jedoch der Anhänge.

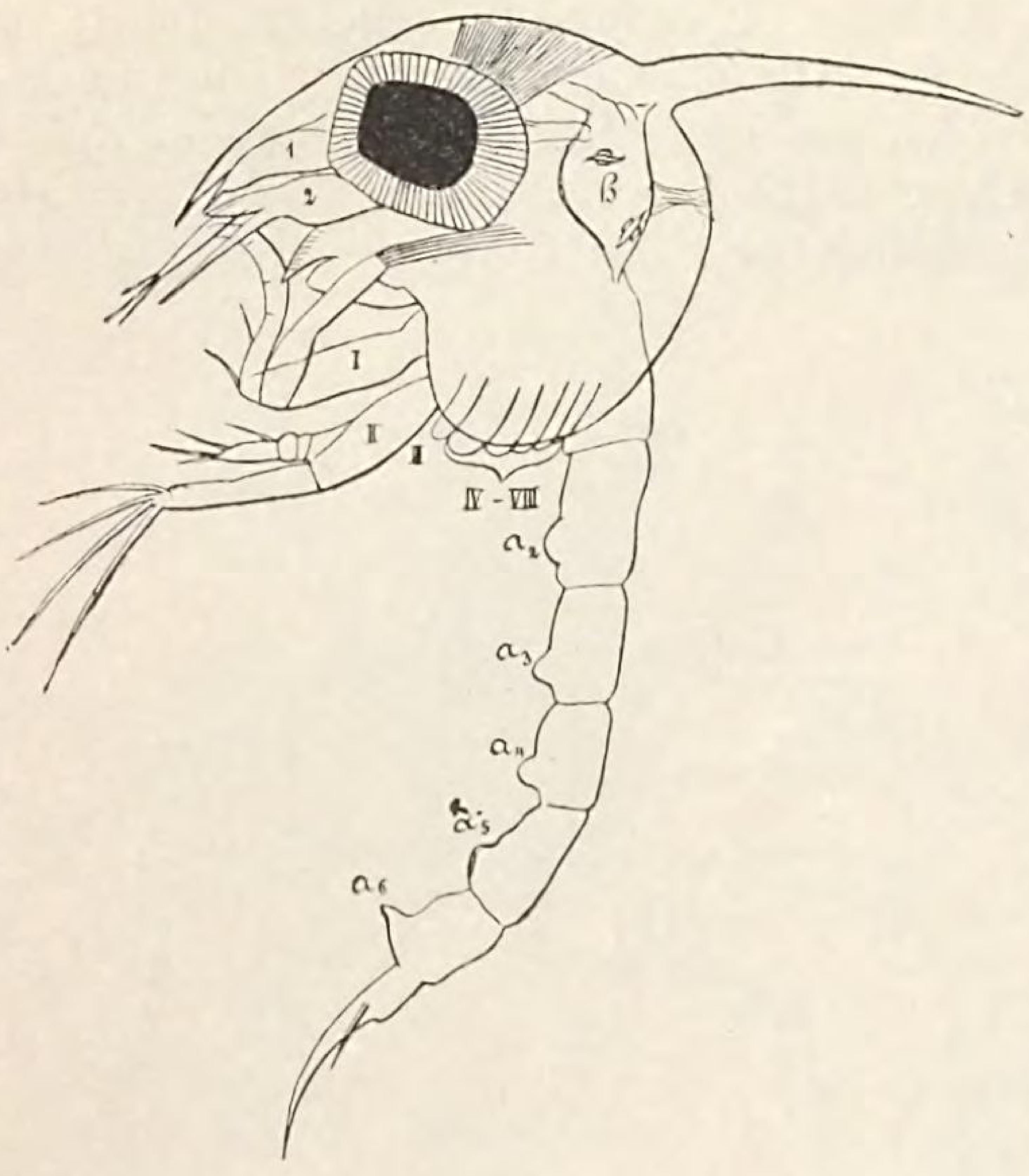


Fig. 268. **Zoëa von Maja**, nach der Häutung (nach CLAUS). *h* Herz.

An den späteren Zoëastadien tritt das 3. Kieferfusspaar auf, entstehen die 5 Gangfusspaare als einästige Beine (ohne Exopoditen) und bilden sich die Anlagen der Pleopoden. Die Zoëa schwimmt vornehmlich mittels der gabelästigen 2 vorderen Kieferfusspaare und wohl auch mittels des im Vergleich zum erwachsenen Thiere wohl entwickelten gestreckten Abdomens.

Die ältere Zoëa verwandelt sich in eine Megalopalarve (Fig. 269).

Diese ähnelt schon, mit Ausnahme des stärker entwickelten Abdomens und der Pleopoden, der Geschlechtsform. Die Kieferfüsse und Gehfüsse zeigen sich wie im erwachsenen Zustande, und es ist besonders hervorzuheben, dass die Gehfüsse nie zweiästig sind, dass also die Brachyuren kein Schizopodenstadium durchlaufen.

Unter zahlreichen Häutungen geht die Megalopa allmählich in die Geschlechtsform über.

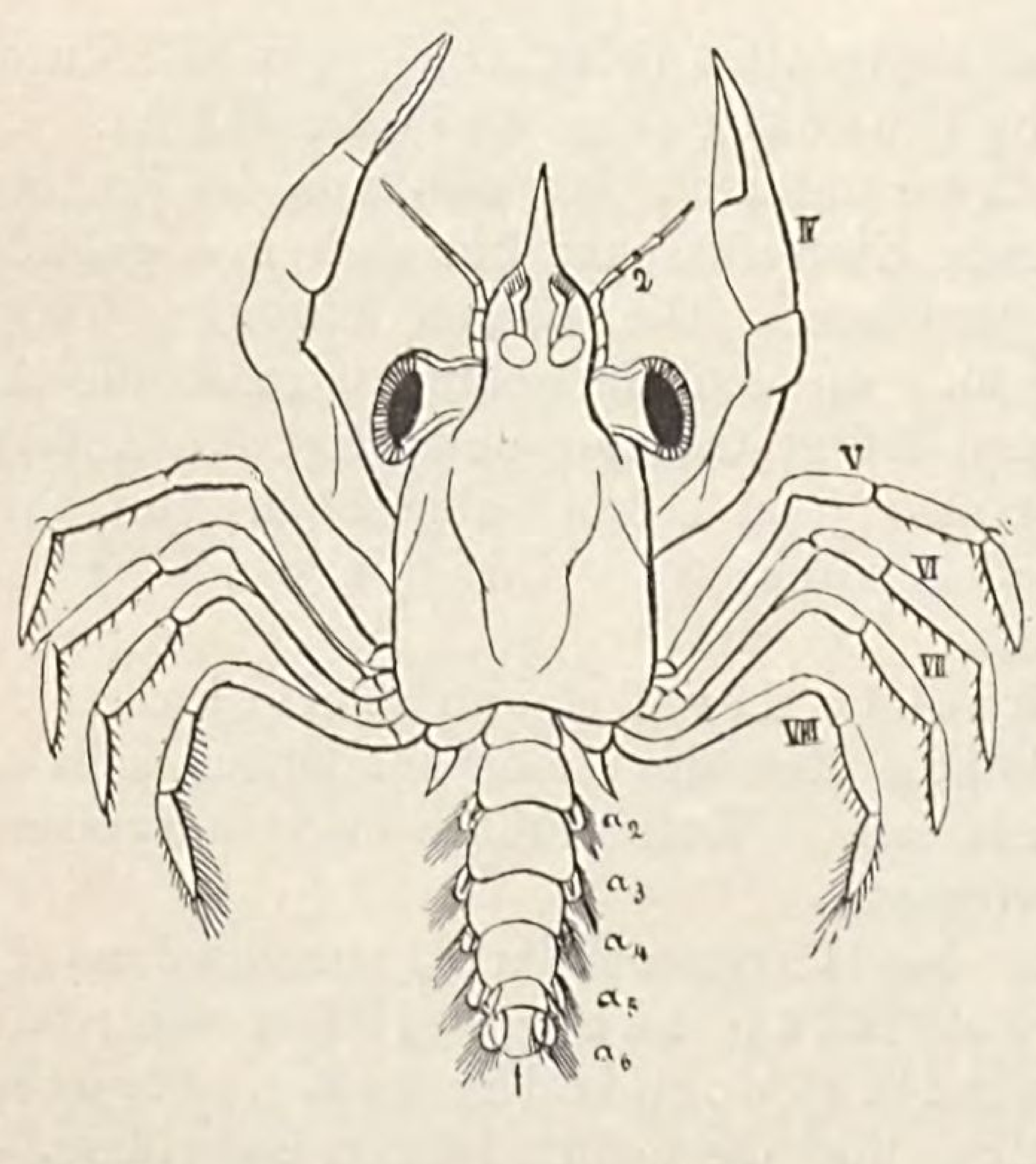


Fig. 269. **Megalopalarve eines Portunus mit gestrecktem Abdomen,** Dorsalansicht (nach CLAUS).

Ueber die Entwickelung der übrigen Malacostraken nur wenige Worte. In einer dem geschlechtsreifen Thiere ähnlichen Gestalt

verlassen das Ei die Leptostraken (Nebalia), die Amphipoden und einige Decapoden (z. B. der Flusskrebs). Bei anderen Malacostraken, nämlich den Isopoden, den Mysideen und Lophogastriden unter den Schizopoden und den Cumaceen kann die aus dem Ei schlüpfende Jugendform noch sehr wenig entwickelt sein und sogar einen madenförmigen Nauplius oder Metanauplius darstellen; doch fehlen freischwimmende Larvenformen, indem die Jungen ihre Metamorphosen im Brutraum der Mutter durchlaufen. Interessant ist die Entwickelung der parasitischen Isopoden, indem hier die frei beweglichen, auf die Suche des Wohnthieres ausgehenden Jugend- oder Larvenformen in Gestalt und Ausbildung des Körpers und der Gliedmaassen den typischen Isopodenhabitus viel deutlicher zur Schau tragen als die Geschlechtsthiere.

B) Die Anlage der Keimblätter und die Entwickelung der inneren Organe

möge hier an der Hand einiger weniger Beispiele besprochen werden.

I. Moina rectirostris (Ordnung: Phyllopoda, Unterordnung: Cladocera, Fig. 270).

Die Furchung des mesolecithalen Eies ist eine superficiale, etwas inäquale. Auf dem 32. Blastomerenstadium zeichnet sich ein am vegetativen Pole gelegenes Blastomer durch einen besonders grossen Kern aus. Dieses theilt sich und liefert als Urgenitalzelle die Anlagen der Keimdrüsen.

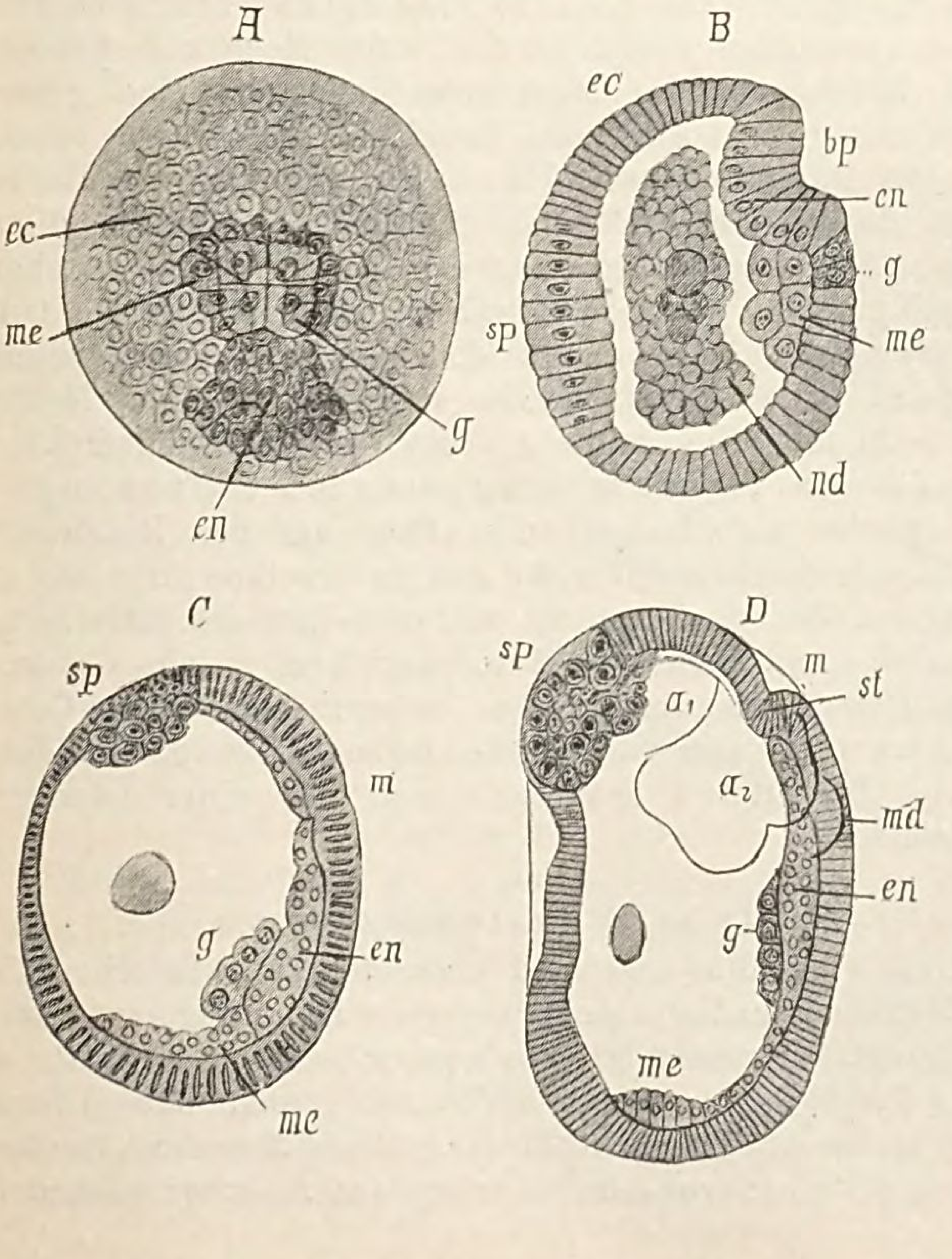


Fig. 270. **Moina rectirostris. Vier frühe Entwickelungsstadien.** ***A*** **Blastosphaera**, vom vegetativen Pole aus gesehen. ***B*** **Gastrulastadium**, im optischen Längsschnitt. ***C*** **Etwas älteres Stadium**, mit Scheitelplatte, geschlossenem Blastoporus und in die Tiefe gerückten Genitalzellen, im optischen Längsschnitt. ***D*** **Naupliusstadium**, im optischen Längsschnitt. In *C*, *D* ist die Scheitelplatte, in *D* sind ausserdem noch die Anlagen der Naupliusgliedmaassen von der Oberfläche eingetragen. *ec* Ectoderm, *me* Mesoderm, *g* Urgenitalzellen, *en* Entoderm, *sp* Scheitelplatte, *bp* Blastoporus, *nd* Nahrungsdotter, *m* Mund, *st* Stomodaeum, a_1 vordere, a_2 hintere Antenne, *md* Mandibelanlage. (Nach GROBBEN.)

Ein an diese anstossendes Blastomer liefert das Entoderm, und die Blastomeren, welche rings die Urgenitalzelle und die Urentodermzelle umgeben, liefern das Mesoderm (exclusive Geschlechtsorgane und Nervensystem). Auf einem späteren Stadium (Fig. 270 A) finden wir 4 Genitalzellen, 32 Entodermzellen und 12 Mesodermzellen, alle übrigen Blastomeren stellen das Ectoderm dar. Zuerst rücken die 12 Mesodermzellen in die Tiefe; dann stülpt sich die Entodermplatte ein (B). An der Stelle des sich wahrscheinlich schliessenden Gastrulamundes tritt später der definitive Mund auf. Auch die Genitalzellen, die sich zunächst auf 8 vermehren, rücken sodann in die Tiefe (C). In der Furchungshöhle bleibt Nahrungsdotter zurück. Am Scheitel treten zwei paarige Zellgruppen als Anlage der Scheitelplatte auf. Diese wird später mehrschichtig und liefert in ihrem vorderen Theil das Gehirn, im hinteren die Retina. Schlundcommissuren und Bauchmark entstehen in situ als Ectodermverdickungen. Das Mesoderm breitet sich an der Innenseite des Ectoderms, an der Oberfläche der Genitaldrüsenanlagen und um den anfänglich soliden Mitteldarm aus, der allein aus der Entodermeinstülpung hervorgeht. Die Schalendrüse ist mesodermalen Ursprungs und öffnet sich erst secundär an der Spitze der 2. Maxille. Das zusammengesetzte Auge wird paarig angelegt.

II. Cetochilus septentrionalis (Ordnung: Copepoda).

Die Furchung ist eine totale und liefert eine Blastula mit kleiner Furchungshöhle. Unter den Blastomeren lassen sich auf einem gewissen Stadium 2 symmetrisch gelagerte als Urmesodermzellen und einige ebenfalls symmetrisch gelagerte als Entodermzellen unterscheiden. Die sich theilenden Mesodermzellen rücken in die Tiefe. Noch auf späteren Stadien lässt sich am Hinterende des Mesoderms jederseits eine grosse Urzelle des Mesoderms erkennen. Auch das Entoderm stülpt sich in die Furchungshöhle ein. Der Gastrulamund schliesst sich in einer medianen Linie und zwar zuletzt hinten. Die sich theilenden Mesodermzellen füllen die Furchungshöhle aus. Stomodaeum und Proctodaeum entstehen durch ectodermale Einstülpungen. Auf einem späteren Naupliusstadium tritt jederseits hinter dem Naupliusauge eine mit dem Gehirn in Verbindung stehende Ectodermverdickung auf, welche sich von der Haut loslöst und später wieder zurückbildet. Sie ist als Anlage des bei den meisten Copepoden fehlenden paarigen, zusammengesetzten Seitenauges und seines Ganglion opticum aufzufassen. Ein Paar auf der Bauchseite des Darmes liegender Mesodermzellen stellt die Anlage der Geschlechtsdrüsen dar. Die beiden Zellen rücken zu beiden Seiten des Darmes in die Höhe und umgeben sich mit kleineren Mesodermzellen, welche die Anlage der anfangs soliden Ausführungsgänge liefern. Im ersten Cetochilusstadium verschmelzen die paarigen Genitalanlagen zur unpaaren dorsalen Geschlechtsdrüse. Das Herz entwickelt sich aus einer paarigen Anlage von Mesodermzellen.

III. Branchipus (Phyllopoden).

In der ausschlüpfenden Naupliuslarve sind unter der Cuticula schon die Segmente der ersten Maxillen und die beiden ersten Rumpfsegmente mit ihren Gliedmaassen angelegt. Darauf folgt ein langgestreckter Abschnitt, in welchem die Gliederung des Mesodermstreifens begonnen hat. Dieser reicht hinten nicht bis in das Aftersegment hinein. Beide Mesodermstreifen vereinigen sich hinten unmittelbar vor dem Aftersegment zu einer ventralen

Platte, welche eine Knospungszone darstellt. Ihre Zellen vermehren sich lebhaft, und nach vorn grenzen sich bei fortschreitender Entwickelung der Larve von der Knospungszone immer neue Mesodermsegmente ab, die unter dem Ectoderm bis zur dorsalen Mittellinie sich ausbreiten. Aber dieser gegliederte Keimstreifen stellt nur das parietale Blatt des Mesoderms dar, das viscerale gliedert sich nie und differenzirt sich gänzlich gesondert vom parietalen Blatt. (Im Aftersegment liegen jederseits 2 grosse Zellen, die sich aber nicht theilen und nicht etwa durch Abgliederung von Zellen die Knospungszone bereichern.)

Das Zellenmaterial der Mesodermsegmente, welche successive am Vorderende der Knospungszone gebildet werden, beginnt und zwar um so deutlicher, je weiter sich ein solches Segment von der Knospungszone entfernt, d. h. je älter es ist sich in drei Abtheilungen zu gruppiren. Die dorsale Abtheilung liefert die Anlage der Herzkammer des betreffenden Segmentes und den zu dem Segmente gehörenden Abschnitt der dorsalen Längsmuskeln; die laterale Abtheilung liefert die Musculatur der Gliedmaassen, die ventrale den Segmentabschnitt der ventralen Musculatur, sowie das Neurilemm der Ganglien. Die Gliedmaassen werden als Wucherungen und Hervorwölbungen des Ectoderms angelegt, in welche sich Zellwucherungen des Mesoderms hineindrängen. Das Bauchmark differenzirt sich von vorn nach hinten. In jedem Segment, in welchem sich ein Gliedmaassenpaar zu bilden beginnt, tritt jederseits neben der ventralen Medianlinie eine Ectodermverdickung auf. Die beiden Verdickungen eines Segmentes stellen die Anlagen des anfangs nicht durch Quercommissuren verbundenen Doppelganglions dar. Später löst sich die Anlage vom Ectoderm los. Wir finden also bei einer älteren Branchipuslarve das Bauchmark von hinten nach vorn in allen Stadien der Differenzirung. Hinten, wo sich mit den neuen Segmenten immer neue Ganglienpaare anlegen, sind diese noch blosse Ectodermverdickungen. An der Bildung des Herzens (vielkammeriges Rückengefäss) betheiligt sich jederseits nur eine Längsreihe von senkrecht gestellten Muskelzellen. Beide Reihen verwachsen miteinander dergestalt, dass sie einen Hohlschlauch bilden. Das Herz differenzirt sich von vorn nach hinten. Auf vielen Larvenstadien ist vorn schon eine geringere oder grössere Zahl von segmentalen Herzkammern ausgebildet, die schon pulsiren, während hinten neue Herzkammern in der Bildung begriffen sind.

Die Anlage des zusammengesetzten Auges tritt bei der Metanaupliuslarve jederseits als eine Hypodermisverdickung auf, die sich dann in zwei Lagen sondern soll, eine oberflächliche, welche die Cornea und Krystallkegelzellen, und eine tiefere, welche die Retinulae mit den Rhabdomen liefert. Eine andere, mit der erstern in Zusammenhang stehende, zum secundären Gehirn zu rechnende Ectodermverdickung liefert vorwiegend das Material für das Augen- und Retinaganglion.

IV. Astacus fluviatilis (Fig. 271—281).

Die Furchung ist eine superficiale und führt zur Bildung einer kugeligen Blastosphaera (Blastula), an welcher der centrale, in strahlenförmig angeordnete Dotterpyramiden zertheilte Nahrungsdotter rings und allseitig vom Blastoderm wie von einem Epithel umhüllt ist (Fig. 271).

Stadium A. An einer Stelle der Blastosphaera nimmt das Blastoderm eine andere Beschaffenheit an als an den übrigen Theilen. Die Zellen stehen an dieser Stelle dichter und sind höher. Die Stelle entspricht der späteren Bauchseite, ist symmetrisch und kann als Bauchplatte

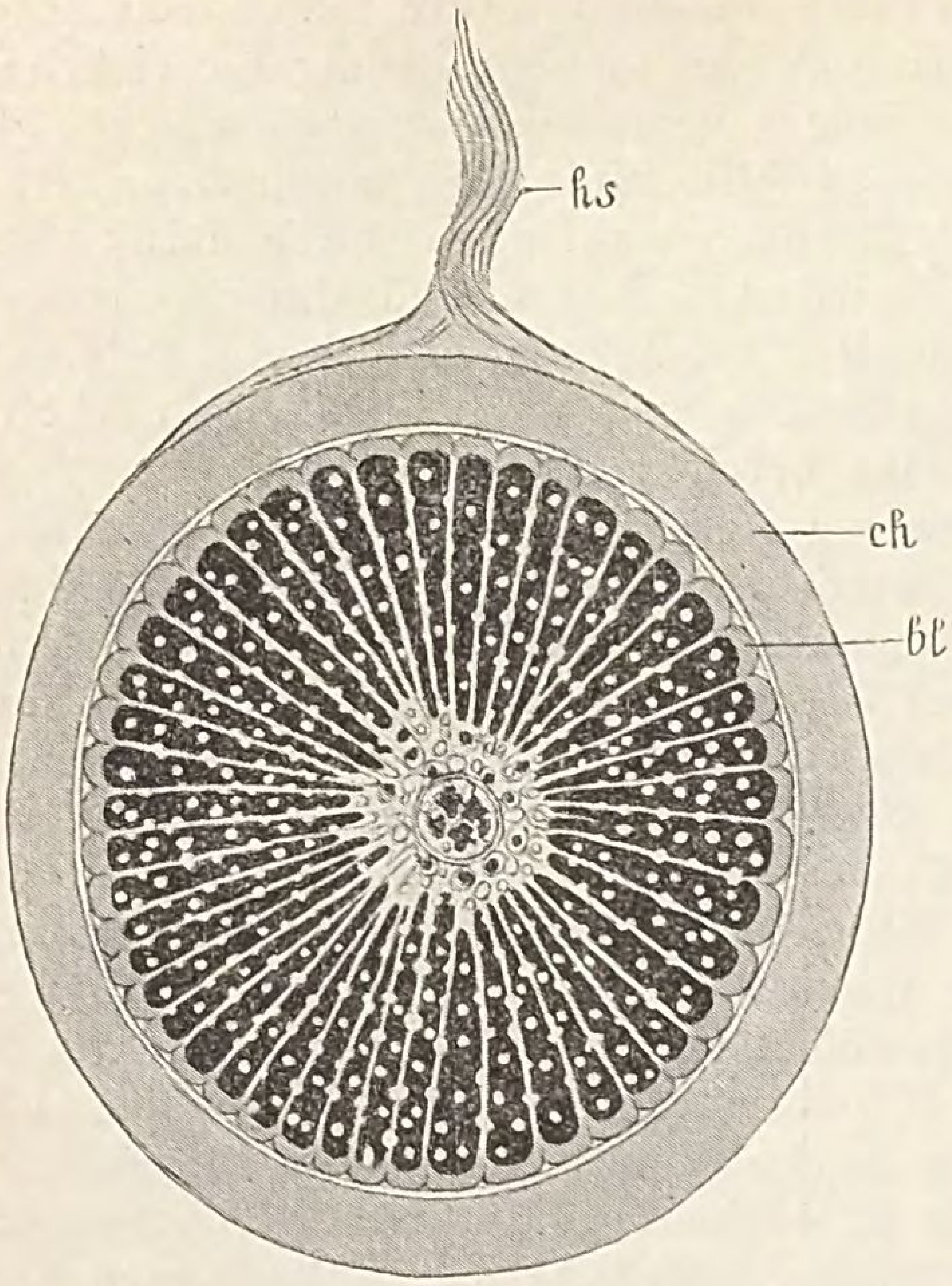


Fig. 271. **Astacus fluviatilis,** Durchschnitt durch ein Ei **nach vollendeter Blastodermbildung.** *ch* Chorion, *hs* Haftstiel, *bl* Blastodermzellen. Der Nahrungsdotter (Dotterpyramiden) ist hier und in den Figuren 276—281 schwarz gehalten. (Nach REICHENBACH.)

bezeichnet werden. Diese Bauchplatte besteht aus folgenden Theilen: aus den 2 Kopflappen, aus den 2 Thoraco-abdominalanlagen und zu hinterst aus der medianen unpaaren Entodermscheibe (Fig. 272). Die ganze Bauchplatte ist einschichtig mit Ausnahme einer Stelle, die zwischen der Entodermscheibe und den Thoracoabdominalanlagen liegt. An dieser Ursprungsstelle des Mesoderms (*BM*) sind grosse Zellen aus dem Blastoderm in die Tiefe gerückt. Mit Ausnahme der Entodermscheibe, welche sich später einstülpt, und der Ursprungsstelle des Mesoderms stellt der übrige Theil der Bauchplatte und das ganze übrige Blastoderm das Ectoderm dar. Letzteres liefert später Seiten und Rücken des Thoracalschildes und spielt auf den frühen Entwickelungsstadien die Rolle eines den Dotter enthaltenden Sackes.

Stadium B. Embryo mit halbkreisförmiger Gastralfurche. Nur die Bauchplatte verändert sich. Am vorderen Rand der Entodermscheibe tritt eine halbkreisförmige Furche oder nach innen vorspringende Falte auf.

Stadium C. Embryo mit ringförmiger Gastralfurche. Die Thoracoabdominalplatten vereinigen sich in der

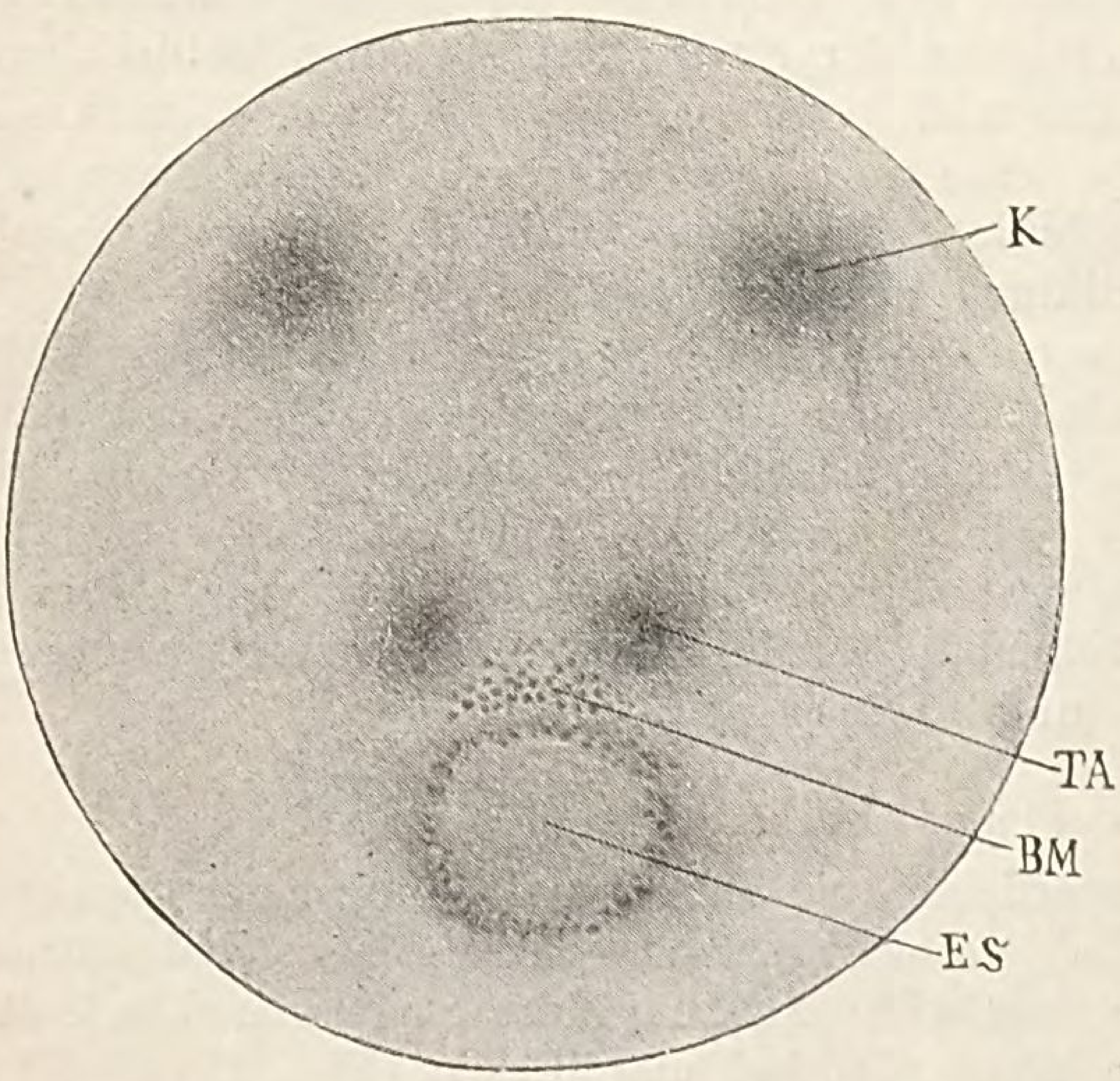


Fig. 272. **Astacus fluviatilis, Kugelabschnitt des Eies mit Embryonalanlage,** von der Fläche gesehen. Stadium A. *K* Kopflappen mit der Augenanlage, *TA* Thoracoabdominalanlage, *BM* Bildungszone des Mesoderms, *ES* Entodermscheibe. (Nach REICHENBACH.)

Mittellinie. Die halbkreisförmige Furche ist zu einer in der ganzen Peripherie der Entodermscheibe entwickelten Furche, also kreisförmig geworden. Die mittlere Partie der Entodermscheibe sinkt in die Tiefe, so dass jetzt die Entodermscheibe zu einem Säckchen mit etwas erhöhtem Boden geworden ist (Gastrulaeinstülpung). Dieses Säckchen stellt die Anlage des Mitteldarmes dar, die äusseren Ränder der ursprünglichen Ringfurche stellen den Rand des Blastoporus oder Gastrulamundes dar. Vor dem vorderen Rande des Blastoporus liegt die Ursprungsstelle des Mesoderms, in lebhafter Wucherung begriffen, Mesodermzellen in die Tiefe abgebend (Fig. 276).

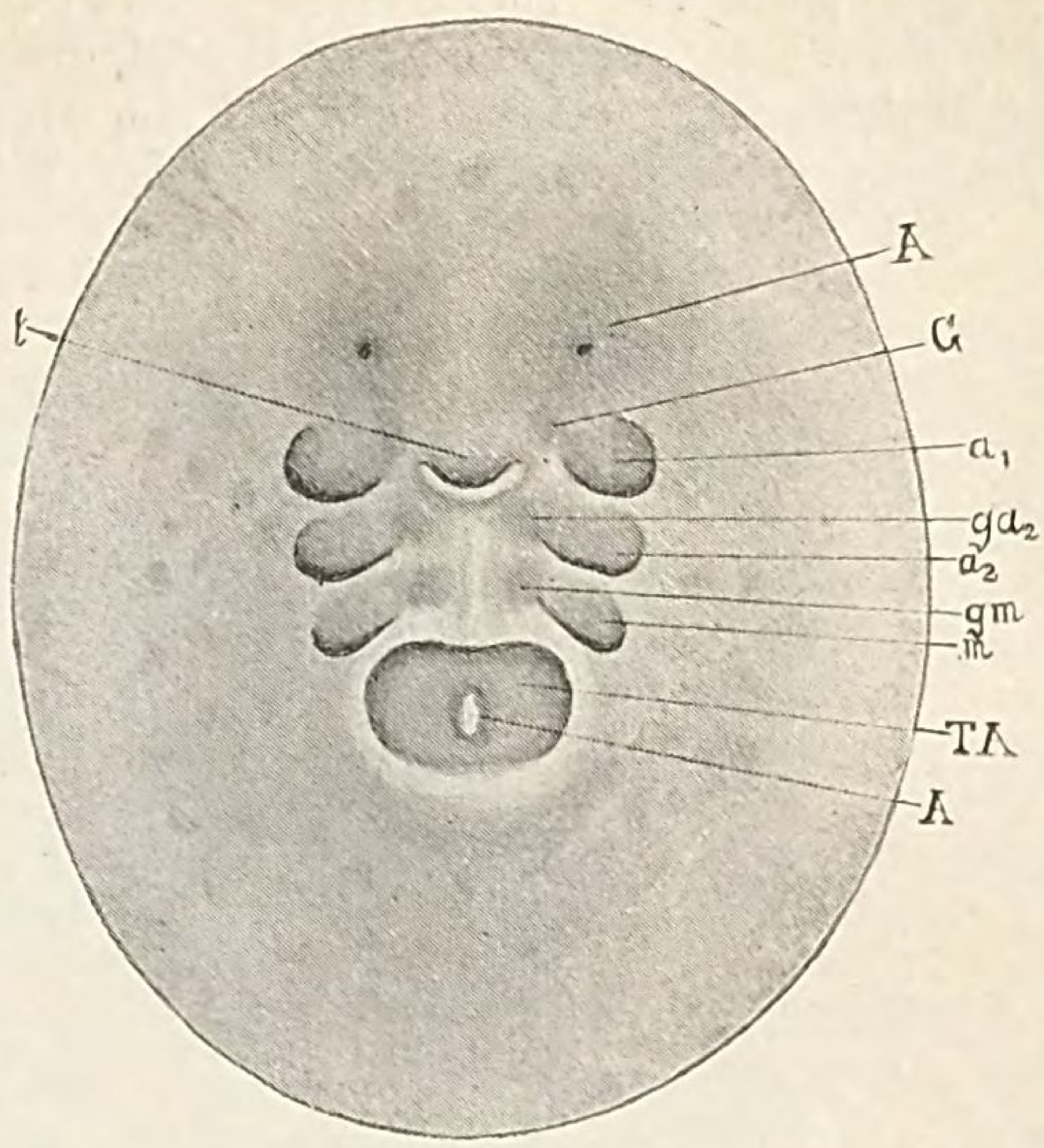


Fig. 273. **Astacus fluviatilis, Embryonalanlage im Naupliusstadium.** Stadium F. *A* Augenanlage, *l* Oberlippe, *G* Gehirnganglion, a_1 vordere Antennen, ga_2 Ganglion des Segmentes der 2. Antennen a_2, *gm* Ganglion des Segmentes der Mandibeln *m*, *TA* Thoracoabdominalanlage, *A* After. (Nach Reichenbach.)

S t a d i u m D. M i t i m S c h l i e s s u n g s p r o c e s s b e g r i f f e n e m U r m u n d. Die Centren der beiden Kopflappen stellen die Augenanlagen dar. Zwischen den Kopflappen und der Thoracoabdominalanlage treten die ersten Spuren der Mandibelanlagen und der Antennenanlagen auf. Der Urmund schliesst sich von vorn nach hinten, indem seine seitlichen Ränder in der Medianlinie zusammenwachsen. Die Zellen des Urdarms fangen an Nahrungsdotter zu fressen.

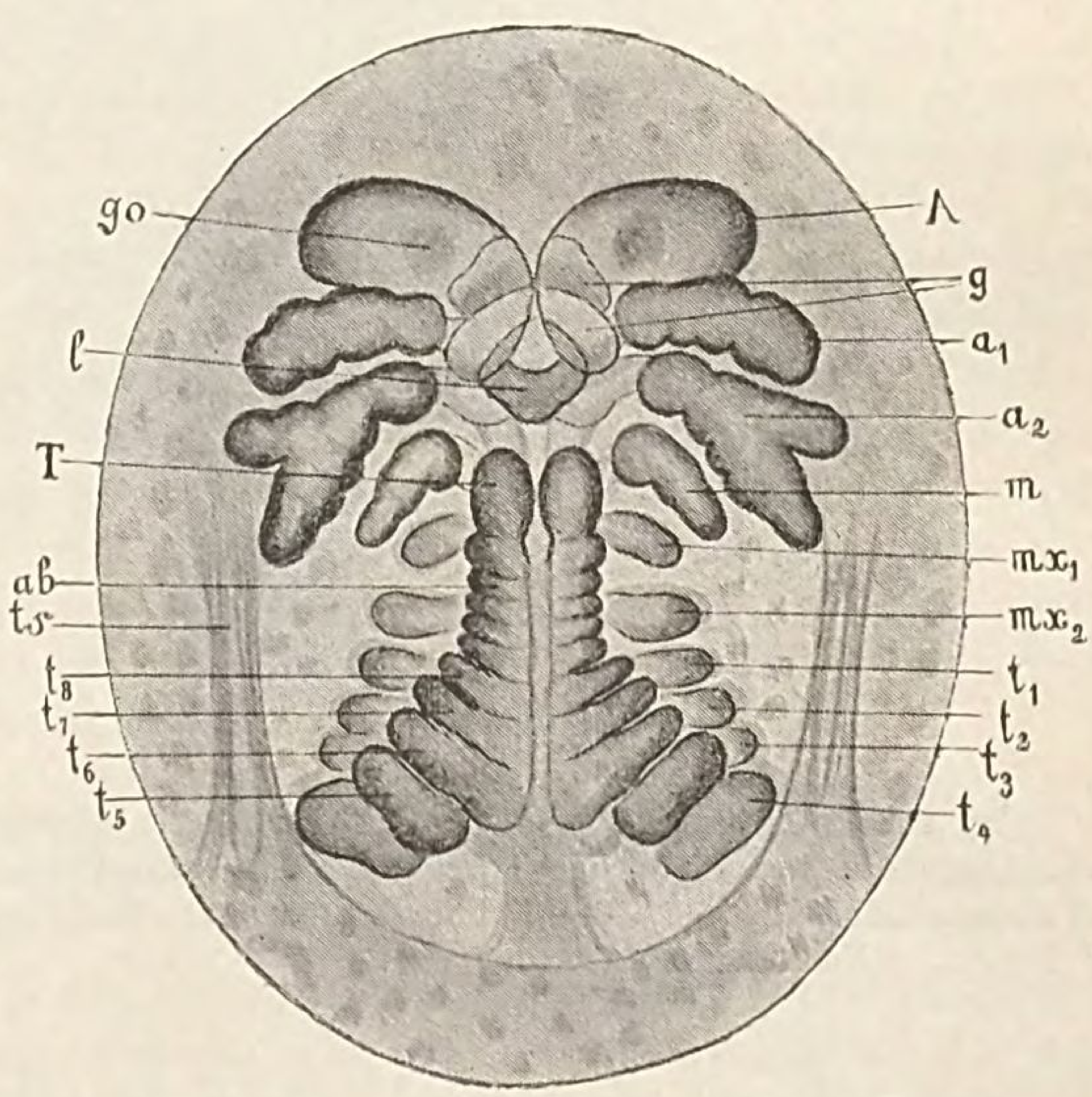


Fig. 274. **Astacus fluviatilis, Embryonalanlage mit angelegten Thoracalfüssen.** Stadium H. *A* Augen, *g* Gehirn + Ganglion der vorderen Antennen a_1, a_2 2. Antennen, *m* Mandibel, mx_1, mx_2 vordere und hintere Maxillen, $t_1 - t_8$ Thoracalfüsse, wovon $t_1 - t_3$ Kieferfüsse, *ts* Thoracalschildanlage, *ab* Abdomen, auf den vorderen Theil der Brust zurückgekrümmt, *T* Telson, *l* Oberlippe, *go* Ganglion opticum. (Nach Reichenbach.)

Stadium E. Embryo mit angelegten Mandibeln. In der Mitte der Thoracoabdominalscheibe tritt die (ectodermale) Anlage des Afters und Enddarmes (Proctodaeum) in Form einer Aftergrube auf. Die Mesodermelemente breiten sich unterhalb des Ectoderms aus.

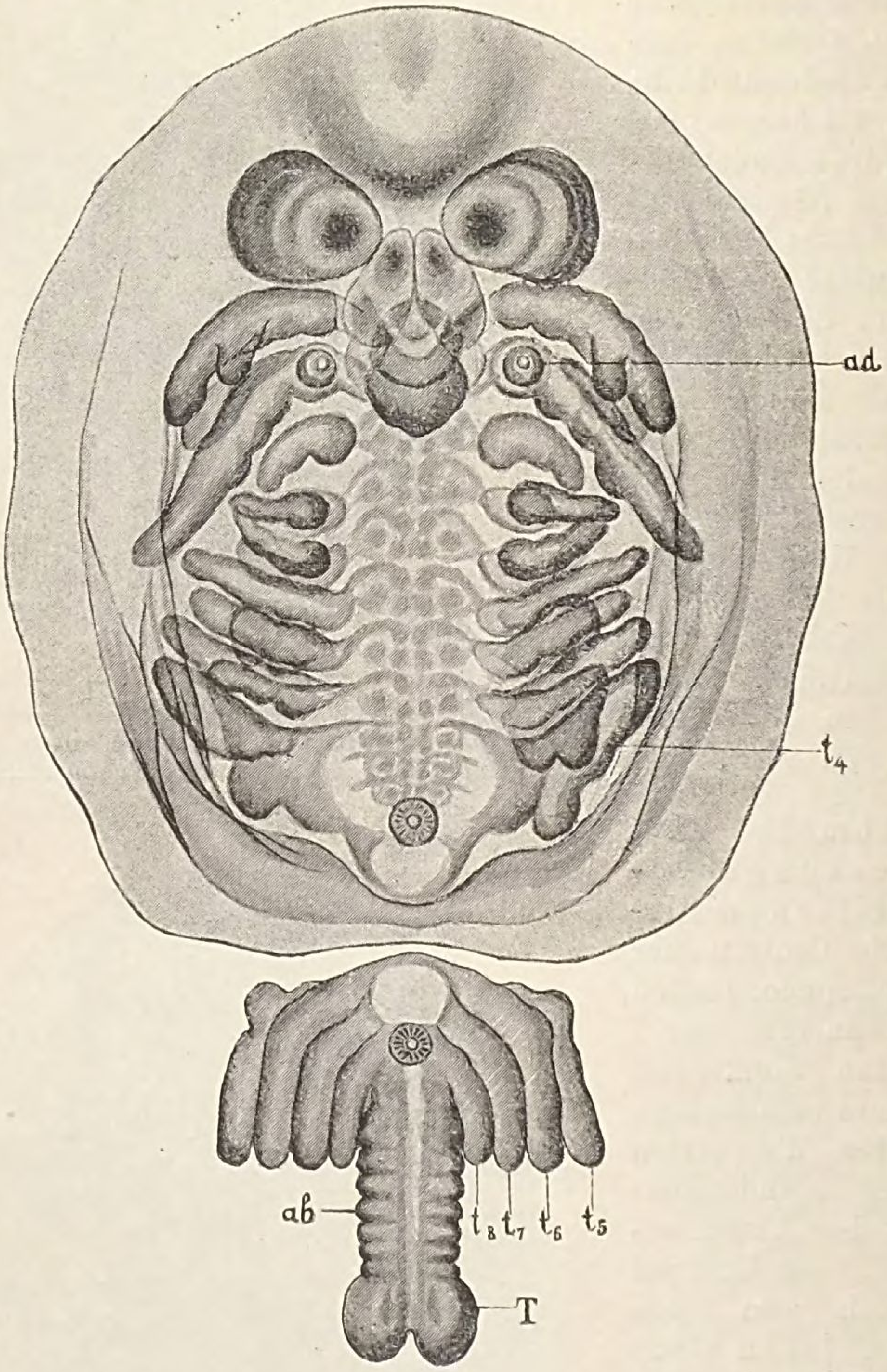


Fig. 275. **Astacus fluviatilis**, **Embryo mit sämmtlichen Gliedmaassen angelegt.** Das Thoracoabdomen mit den letzten 4 Thoracalfusspaaren abgeschnitten und zurückgelegt. *ad* Antennendrüse, t_4—t_8 4.—8. Thoracalfusspaar (Gangfüsse), t_4 Scheerenfuss, *ab* Abdomen, *T* Telson. (Nach REICHENBACH.)

Stadium F. Embryo im Naupliusstadium (Fig. 273 und 277). Die 3 vordersten Extremitätenpaare (Naupliusextremitäten) sind deutlich zu erkennen. Paarig zwischen den vorderen Antennen treten die ersten Spuren des Gehirns auf, unmittelbar dahinter zeigt sich eine grubenförmige Vertiefung, die ectodermale Anlage von Mund und Vorderdarm (Stomodaeum). Im hinteren Antennen- und im Mandibularsegment treten eben-

falls Ganglienanlagen wie beim Gehirn als Ectodermverdickungen auf. Die Thoracoabdominalanlage, von einem tiefen Graben umgeben, springt nach vorn vor; der After hat sich an ihr nach vorn verschoben und gelangt um ihren nach vorne gerichteten Rand herum an die Innenseite, d. h. die spätere Ventralseite des Leibesendes. Ectoderm und Mesoderm bilden an der Thoracoabdominalanlage eine Knospungszone, von der sich von nun an immer neue Segmente mit ihren Extremitätenanlagen nach vorn (nur scheinbar nach hinten, da die Thoracoabdominalanlage nach vorn umgeknickt ist) hervordifferenziren. Auf unserem Stadium sind schon die Anlagen der Maxillensegmente und des ersten Kieferfusssegmentes vorhanden. Der Enddarm ist länger geworden und berührt mit seinem blinden Ende das Urdarmsäckchen (Mitteldarmsäckchen). Jederseits umsäumt ein Hautwall im Bogen das Thoracoabdomen: die Anlage des Kopfbrustschildes.

Stadium G. Embryo mit angelegten Kieferfüssen (Fig. 278). Das Thoracoabdomen streckt sich in der Längsrichtung, es zeigt an seinem nach vorn gerichteten Ende (Telson) eine tiefe Bucht. Unmittelbar an diese Bucht angrenzend liegt die Knospungszone, von der aus sich neue Segmente gebildet haben. Das vorletzte (6.) Abdominalsegment tritt auf, eilt also einer grossen Anzahl vor ihm liegender Segmente in der Entwickelung voraus. Es zeigt schon auf unserem Stadium die ersten Anlagen seines Extremitätenpaares.

Stadium H (Fig. 274 und 279). Embryo mit angelegten Gehfüssen. Alle Segmente des Krebskörpers sind gebildet, sie haben sich successive von der vor dem Telson gelegenen Knospungszone aus gebildet, so dass die vordersten, am meisten differenzirten, die ältesten, die hintersten, am wenigsten entwickelten, die jüngsten sind (mit Ausnahme des 6. Abdominalsegmentes). Die Knospungszone selbst hat sich mit der Bildung der Segmente erschöpft. Die Augenanlagen treten kugelig vor. Die Gehfussanlagen sind ausgebildet. Das Telson erscheint tief gegabelt. Das Abdomen ist schlank geworden, so nach vorn gegen den Thorax umgeknickt, dass das Telson fast die Oberlippe berührt. Der Enddarm hat sich in den Mitteldarm geöffnet, dessen Epithelzellen schon lange durch Aufnahme von Dotter angeschwollen und auf diesem Stadium säulenförmig sind. Der Dotter zwischen Mitteldarm und Ectoderm ist resorbirt und es legt sich die Wand des Mitteldarms fast an das cephalothoracale Ectoderm an. Von vorn nach hinten differenzirt sich das Bauchmark mit seinen Ganglien, hervorgehend aus paarigen Seitensträngen und einem durch Einstülpung entstandenen Mittelstrang. Erstere sind Ectodermverdickungen mit segmentalen Anschwellungen, die sich von vorn nach hinten fortschreitend vom Ectoderm lostrennen. (Vergl. auch Fig. 280.)

Stadium J. Embryo mit angelegten Abdominalfüssen. Das Kopfbrustschild hat sich stark entwickelt, seine Seitentheile ragen als Kiemendeckelanlage frei vor.

Es folgt dann noch ein Stadium K mit entwickeltem Augenpigment und der Anlage der Kiemen. Darauf schlüpft der junge Krebs, der dem erwachsenen Thier schon ziemlich ähnlich sieht, aus dem Ei. Die Verschmelzung der vorderen Thoracalganglien zum unteren Schlundganglion hat begonnen. Aus dem gabeligen Telson ist eine runde Platte geworden, und das Abdomen gleicht dem des erwachsenen Thieres. Aus dem Mitteldarmsacke geht, durch Faltungsprocesse, fast ausschliesslich die Leber hervor. (Vergl. die Figuren 275 und 281.)

Fig. 276—281. **Astacus fluviatilis. Mediane Längsschnitte durch Embryonen auf verschiedenen Entwickelungsstadien.** In Fig. 276, 277, 278 und 280 ist nur die ventrale Embryonalanlage, in Fig. 279 und 281 der ganze Embryo im Längsschnitt dargestellt. Fig. 281 ist umgekehrt wie die übrigen orientirt. (Alle Figuren nach REICHENBACH.)

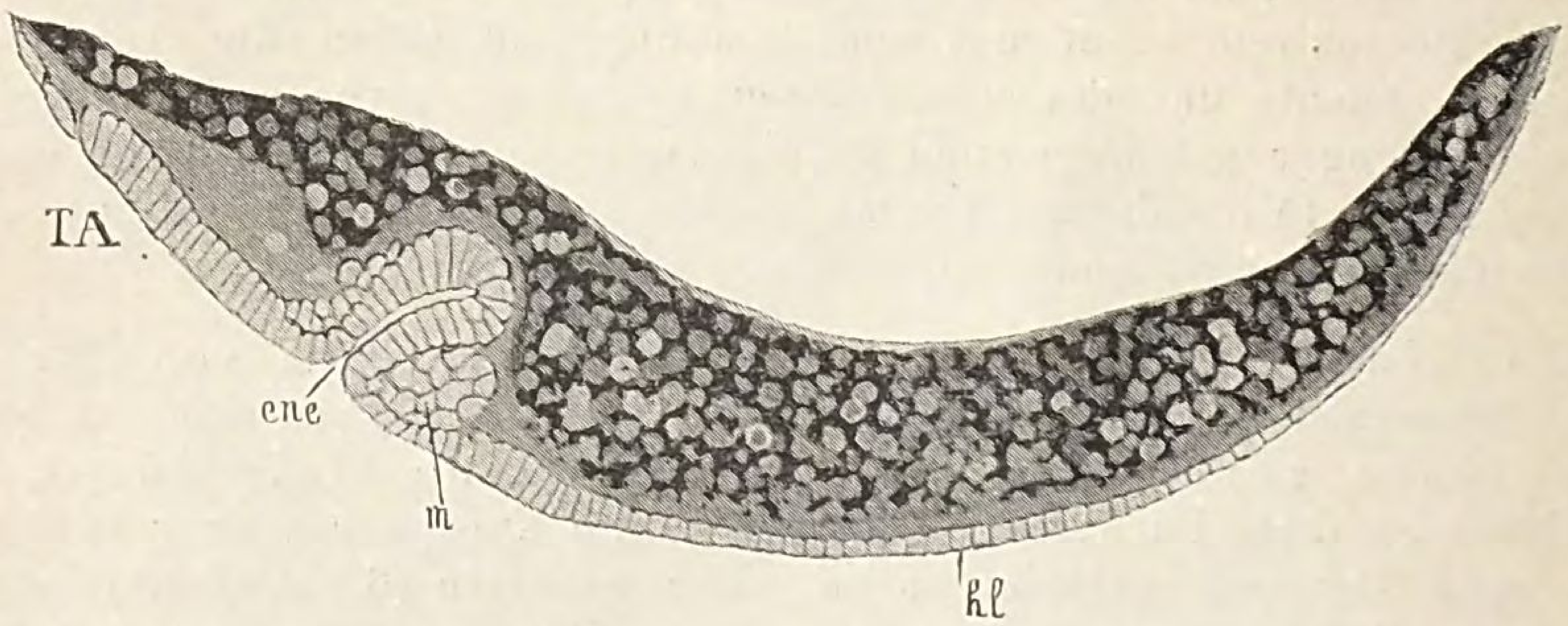


Fig. 276. **Stadium C.** *TA* Thoraco-abdominalanlage, *ene* Entodermeinstülpung (Gastrulaeinstülpung), *m* Mesoderm, *hl* Kopflappen.

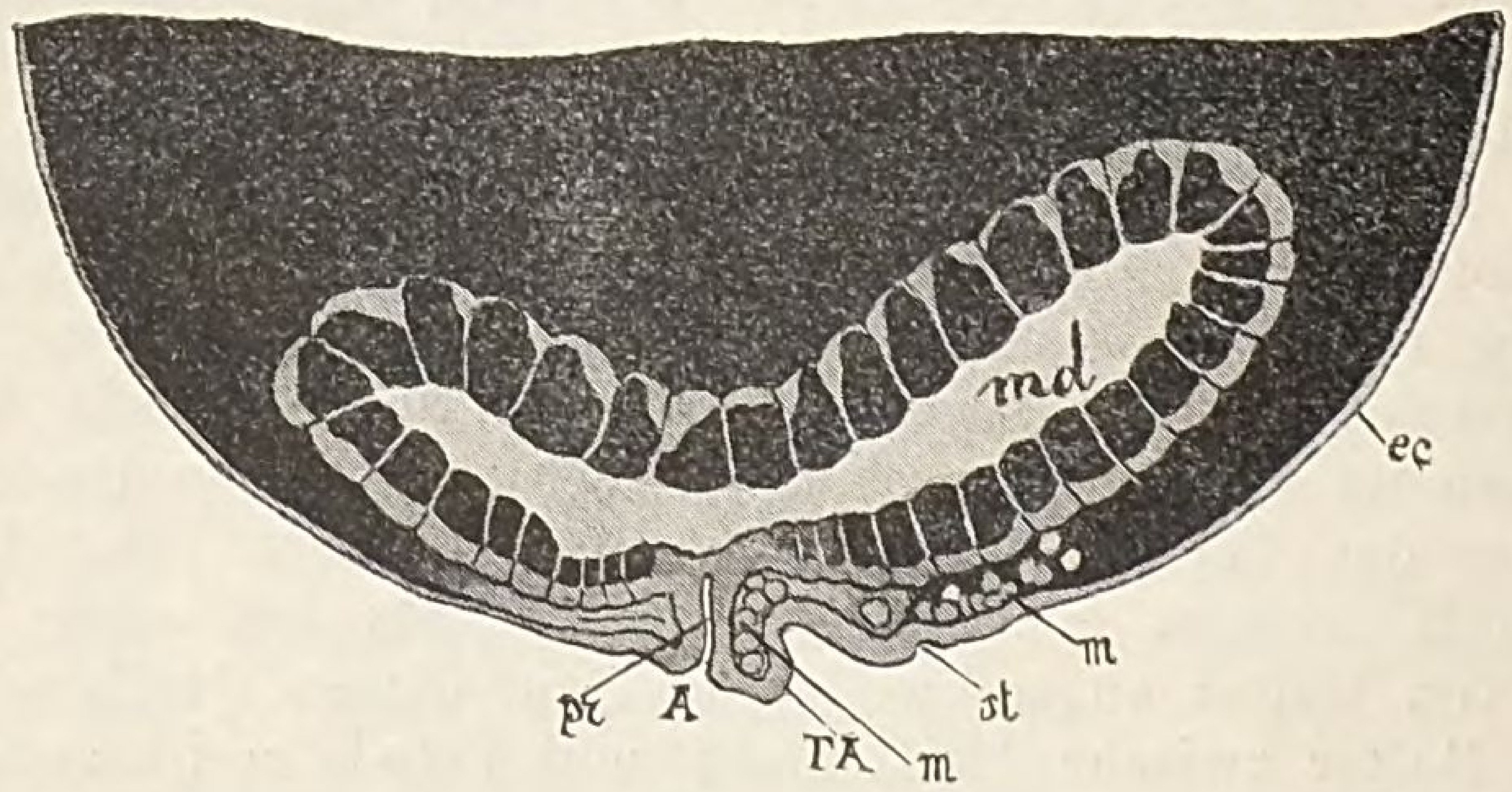


Fig. 277. **Naupliusstadium. Stadium F.** *md* Mitteldarm, die Entodermzellen haben Nahrungsdotter in sich aufgenommen, *pr* Proctodaeum (Enddarm), *A* After, *TA* Thoracoabdominalanlage, *m* Mesoderm, *st* beginnende Einstülpung des Munddarmes, *ec* Ectoderm.

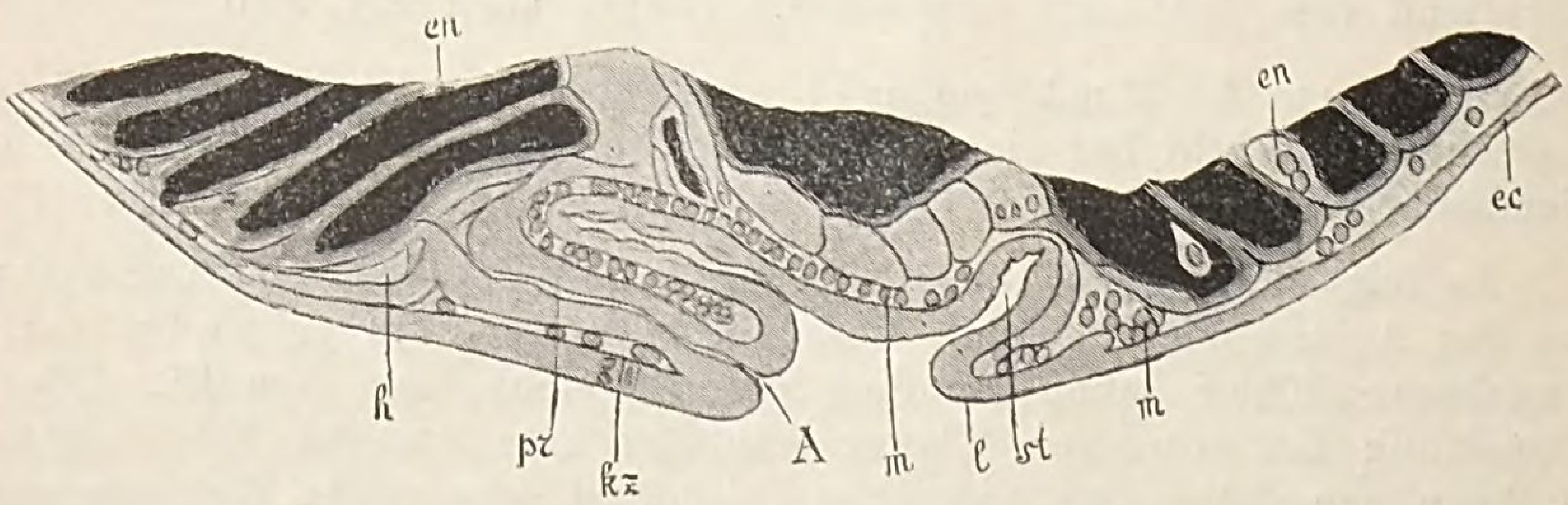


Fig. 278. **Stadium G.** *en* Die mit Dotter beladenen Entodermzellen, *h* Herzanlage, *pr* Proctodaeum, *kz* Keimzone, *A* After, *m* Mesoderm, *l* Oberlippe, *st* Stomodaeum, *ec* Ectoderm.

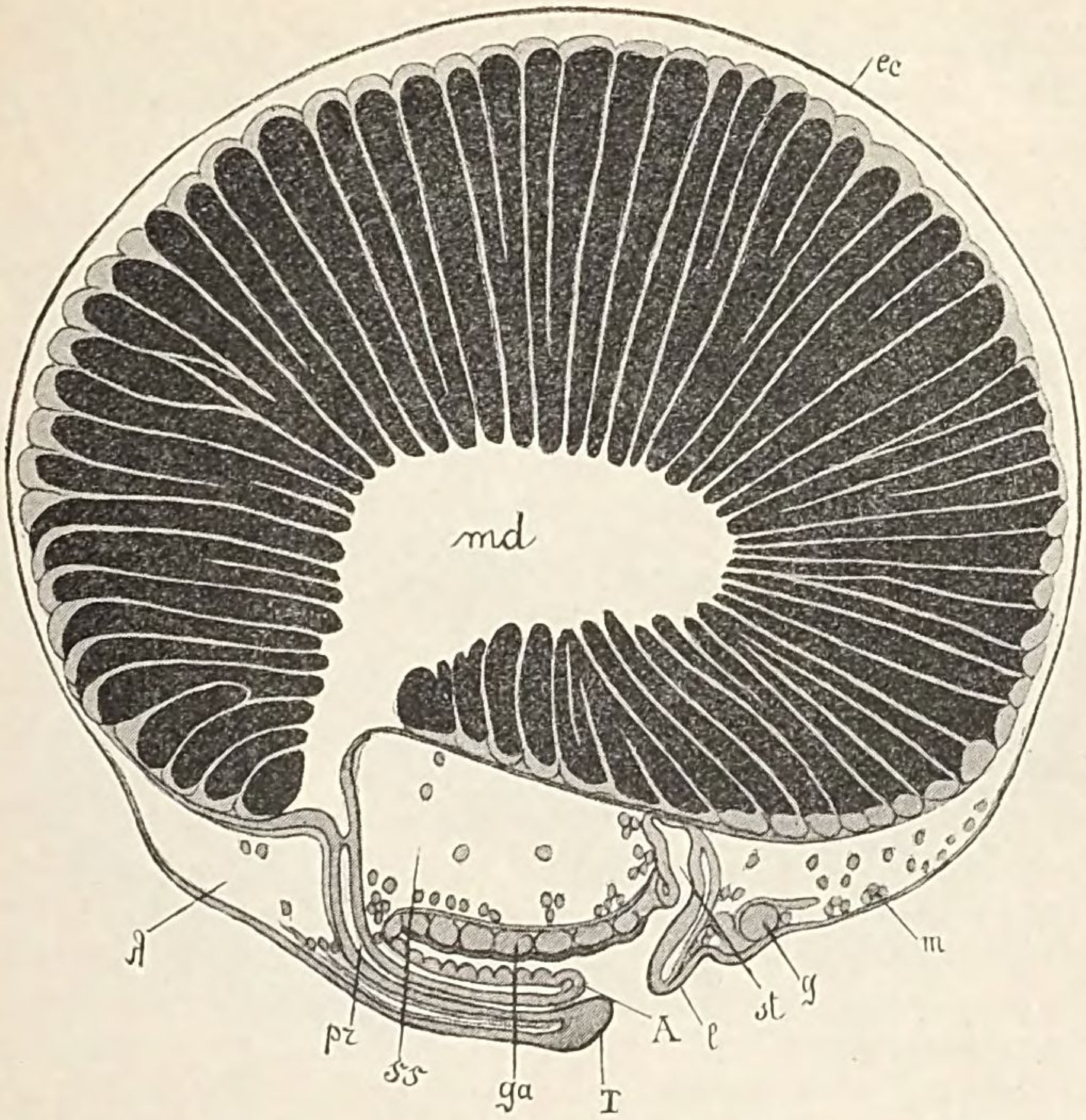


Fig. 279. **Stadium H.** Dieselbe Buchstabenbezeichnung, ausserdem: *ss* Sternalsinus, *ga* Ganglien des Bauchmarks, *T* Telson, *g* oberes Schlundganglion.

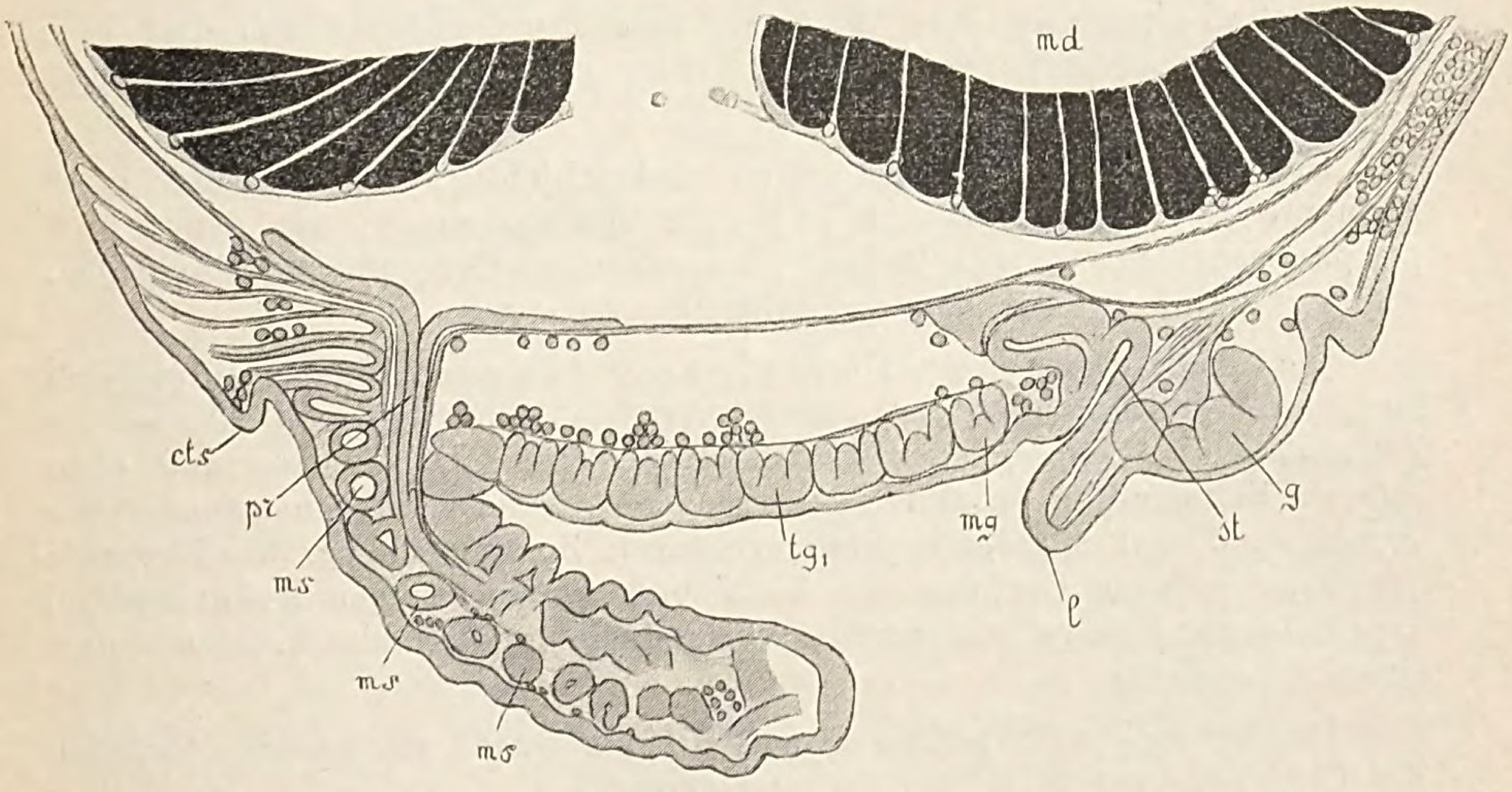


Fig. 280. **Stadium J.** Schnitt nicht genau median. Buchstabenbezeichnungen wie früher, ausserdem: *cts* Kopfbrustschild, *ms* Mesodermsegmente, tg_1 1. Thoracalganglion (des 1. Kieferfusses), *mg* Mandibelganglion.

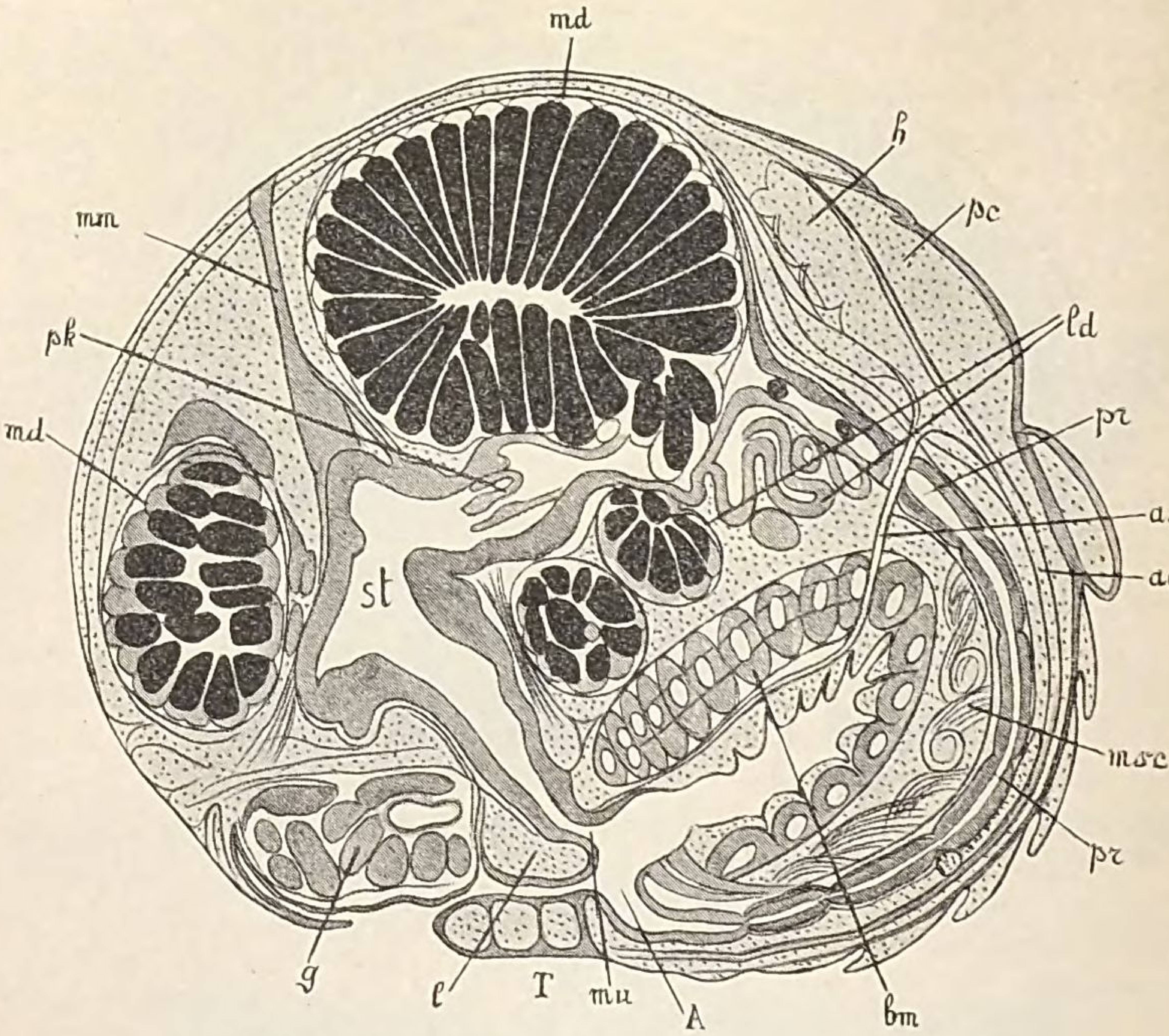


Fig. 281. **Reifer Embryo.** Figurenbezeichnungen wie früher. *mu* Mund, *bm* Bauchmark, *msc* Musculatur, *aa* Arteria abdominalis, *as* Arteria sternalis, *ld* Divertikel des Mitteldarms (Hepatopancreas), *h* Herz, *pc* Pericard, *md* Mitteldarmaussackungen, *mm* Kaumagenmuskeln, *pk* Pylorusklappe.

Entwickelung des Auges. Jedes Auge entsteht aus drei Elementen: 1. einer Hypodermislage, 2. einer ectodermalen Einstülpung und 3. einer Nervenmasse.

Die Hypodermislage wird mehrschichtig; eine Anzahl ihrer Elemente tritt zu Gruppen von je 8 Zellen zusammen, von denen je 4 peripherische (SEMPER'sche Zellen) eine cuticulare Corneafacette abscheiden, während die 4 anderen den Krystallkegel erzeugen.

Die ectodermale Einstülpung (Augenfalte) stülpt sich im Naupliusstadium tief ein und schnürt sich im Stadium G als solider Zellhaufen ab. Dieser entwickelt sich zu einer nach aussen und oben offenen Falte, mit mehrschichtig werdender Aussen- und Innenwand. Die Aussenwand tritt mit der Krystallkegellage in Zusammenhang, ihre Elemente gruppiren sich zu Gruppen von 6—8 und werden zu den Retinulazellen. Die Innenwand liefert die nervöse Verbindung der Retinulaschicht mit dem Ganglion opticum.

Das Ganglion opticum entsteht wie irgend ein anderes Ganglion des Centralnervensystems als Ectodermverdickung.

Zwischen Hypodermlage und Augenfalte wuchern Mesodermelemente ein, die sich zu einer gegitterten Masse vereinigen, welche sehr stark Pigment absondert.

XV. Ueber die morphologische Bedeutung der wichtigsten Larvenformen der Krebse und über die Phylogenie der Krebse.

Die Resultate der vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Forschung demonstriren die Einheit der Krebsklasse. Es ist wahrscheinlich, dass alle Krebse in letzter Linie von einer gemeinsamen Stammform abstammen. Wie war diese Stammform beschaffen? Darauf dürfte man, wenn man zunächst die Resultate der vergleichend-anatomischen und systematischen Forschung berücksichtigt, Folgendes antworten können.

Die Stammform der Krebse war ein gestrecktes, aus zahlreichen Segmenten bestehendes, ziemlich homonom gegliedertes Thier. Das Kopfsegment war mit den 4 folgenden Rumpfsegmenten zu einer Kopfregion verschmolzen und trug ein unpaares Stirnauge, 2 einästige vordere Antennen, ein zweiästiges zweites Antennenpaar und 3 Paar zweiästige Mundgliedmaassen, die wohl schon theilweise in den Dienst der Nahrungsaufnahme getreten waren. Von der hinteren Kopfregion ging eine Integumentduplicatur aus, welche als Rückenschild einen geringeren oder grösseren Theil des Rumpfes bedeckte. Die Rumpfsegmente waren je mit einem Paar Spaltfüssen ausgestattet. Auf der Stirne fanden sich 2 frontale Sinnesorgane. Das Nervensystem bestand aus Gehirn, Schlundcommissur und segmentirtem Bauchmark mit einem Doppelganglion für jedes Segment und jedes Gliedmaassenpaar. Das Herz war ein langgestrecktes contractiles Rückengefäss mit zahlreichen segmental angeordneten Ostienpaaren. Die Stammform war getrennt geschlechtlich, das Männchen mit einem Paar Hoden, das Weibchen mit einem Paar Eierstöcken, beide mit paarigen an der Basis eines Gliedmaassenpaares des Rumpfes ausmündenden Leitungswegen. Als Exkretionsorgane fungirten mindestens 2 Paar Drüsen, das vordere Paar (Antennendrüse) an der Basis des zweiten Antennenpaares, das hintere (Schalendrüse) an der Basis des 2. Maxillenpaares ausmündend. Der Mitteldarm trug möglicherweise segmental angeordnete Divertikel (Leberausstülpungen).

Die muthmaassliche Stammform zeigt eine nicht unbeträchtliche Uebereinstimmung mit Anneliden, die noch vermehrt würde, wenn der Nachweis gelänge, dass die Spaltfüsse der Krebse mit ihrem Exo- und Endopoditen den dorsalen und ventralen Parapodien[1]) und die Epipodialkiemen der Krebse den Rückenkiemen (der dorsalen Parapodien) der Anneliden entsprächen. Den Borstendrüsen der Anneliden würden die segmentalen Beindrüsen gewisser Krebse (Phyllopoden) entsprechen. Aeusserst wichtig wäre ferner der Nachweis der Homologie der Antennen- und Schalendrüse, der Ovidukte und Vasa deferentia mit Annulatennephridien.

Unter den heute lebenden Krebsen sind es zwei Entomostrakenordnungen, nämlich die Phyllopoden und speciell die Branchiopoden in erster Linie, und die Copepoden in zweiter Linie, deren Organisation am meisten an die der muthmaasslichen Stammform erinnert, die der ersteren durch die homonome und reiche Gliederung des Rumpfes, den Bau des Nervensystems und des Herzens, die der letzteren durch die Gestaltung der Gliedmaassen, speciell der Mundesgliedmaassen, die den ursprünglichen Charakter zweiästiger Extremitäten noch am deutlichsten zur Schau tragen. Von

1) Es muss hier daran erinnert werden, dass die Frage noch nicht in befriedigender Weise gelöst ist, ob bei den Polychaeten das uniseriale oder das biseriale Verhalten der Parapodien dem ursprünglicheren Zustand entspricht.

branchiopodenähnlichen Thieren dürften durch Verkürzung des Körpers und Reduktion der Segmentzahl die Cladoceren und vielleicht die Ostracoden abzuleiten sein. Mit den nächsten Vorfahren der Copepoden dürften die Vorfahren der Cirripedien näher verwandt gewesen sein.

Mit der hier vorgetragenen Ansicht scheinen die Resultate der vergleichend-ontogenetischen Forschung auf den ersten Blick nicht in Einklang zu stehen. Aus dem Ei der Entomostraken und mancher Malacostraken schlüpft die ungegliederte Naupliuslarve mit nur 3 Extremitätenpaaren, ohne Herz, ohne gegliedertes Bauchmark. Man hat deshalb früher allgemein die Stammform der Krebse für ein naupliusähnliches Thier erklärt und angenommen, dass sich aus dieser Stammform die heute lebenden Krebse phylogenetisch in ähnlicher Weise durch eine Reihe allmählicher Umänderungen entwickelt haben, wie sie heutzutage ontogenetisch noch durch eine Reihe von Metamorphosen aus dem Nauplius hervorgehen.

Diese Ansicht halten wir für unrichtig, und zwar aus allgemeinen, wie aus speciellen Gründen.

Allgemeine Gründe. 1) Wir kennen keine Thierform, welche im erwachsenen geschlechtsreifen Zustande einem Nauplius gliche. 2) Wir dürfen nicht ohne weiteres aus den frühen Larvenzuständen einer Thiergruppe auf frühe phylogenetische Formzustände schliessen.

Specielle Gründe. Bei der Annahme einer nauplius-ähnlichen Stammform bleibt das Problem der Entstehung der typischen Krebsorganisation, der Segmentation des Körpers, des gegliederten Bauchmarks, des segmentirten Rückenherzens ganz unerklärt. Es muss auch betont werden, dass die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane mit Ausnahme eines einzigen Falles in Körperregionen ausmünden, die beim Nauplius gar nicht entwickelt sind.

Der Nauplius, als für die Krebse charakteristische Larvenform, nicht aber als Stammform, wird in ungezwungener Weise durch die Annahme einer annelidenähnlichen Stammform der Krebse erklärt. Wie die Stammform der Krebse auf Anneliden zurückzuführen ist, so die Larvenform der Krebse auf die Larve der Anneliden. Charaktere der erwachsenen Thiere treten überall im Thierreich in der Entwickelungsgeschichte immer früher auf. So treten bei den Krebsen Krebscharaktere schon bei der der Trochophora der Anneliden entsprechenden Larve auf, es sind dies vor allem die 3 Beinpaare und der Rückenschild. Die neue Art der Bewegung vermittelst der Beinpaare macht die alte unnütz — die Wimperkränze der Trochophoralarve werden nicht mehr angelegt.

Nun werden bei allen Krebsen die 3 Naupliusbeinpaare zu den 3 vordersten Extremitätenpaaren der erwachsenen Thiere (2 Paar Antennen, Mandibeln). Dass aber am Nauplius gerade diese Beinpaare zuerst auftreten, lässt sich wieder ganz ungezwungen erklären. Wie bei den Anneliden, so differenzirt sich auch bei den Krebsen der Körper mit allen seinen Organen von vorn nach hinten. Am Hinterende des Körpers herrscht eine Wachsthums- oder Bildungszone, von der sich immer neue Segmente nach vorn abschnüren. Es liegt also auf der Hand, dass die vordersten Extremitäten zuerst auftreten müssen. Warum aber gerade nur die drei vordersten, nicht mehr und nicht weniger? Die naturgemässe Antwort lässt sich vielleicht auch finden. Bei einer jungen, frühzeitig aus dem Ei schlüpfenden Larve, und eine solche ist der Nauplius, können nur wenige der für ein selbständiges Leben und einen selbständigen Nahrungserwerb nothwendigsten Organe entwickelt sein. Als solche nothwendigste Organe können wir die 3 vordersten zur Schwimmbewegung dienenden Beinpaare

des Nauplius bezeichnen. Das 3. gehört vielleicht deshalb noch dazu, weil es als Mundesgliedmaasse, meist mit einem Kaufortsatz versehen, nicht nur mit zur Locomotion, sondern auch dazu dient, der Mundöffnung Nahrung zuzuführen. Wo das Ei mit reichlicherem Nahrungsdotter ausgestattet wird, kann die aus dem Ei schlüpfende Larve als Metanauplius schon mit den Anlagen weiterer Gliedmaassenpaare ausgestattet sein.

Als typische Krebslarve zeigt aber der Nauplius trotzdem gewiss viele ursprüngliche Krebscharaktere, als da sind: den Rückenschild, das unpaare Auge, die frontalen Sinnesorgane, die specielle Gestalt der hinteren Antennen und der Mandibeln, welche gleich den darauf folgenden Extremitäten als typische zweiästige Gliedmaassen entwickelt sind.

Der Nauplius ist also auf eine Trochophoralarve zu beziehen, in welche schon Krebscharaktere zurückverlegt sind, sie ist ungegliedert, enthält die Anlagen des vorderen Kopftheiles der erwachsenen Krebse mit dem Munde und die Anlage des hintersten Leibesendes mit dem After. Zwischen beiden liegt eine embryonale Bildungszone, von der aus bei der Weiterentwickelung der Larve sich der übrige Körper anlegt und wie bei den Anneliden von vorn nach hinten differenzirt. Der Nauplius ist eine typische Krebslarve; die Vorfahren der Krebse besassen noch keine typische Naupliuslarve, noch weniger stammen sie von einer naupliusähnlichen Stammform ab.

Was nun die Malacostraken anbetrifft, so weist die vergleichende Anatomie unzweideutig darauf hin, dass die Leptostraken nicht nur der gemeinsamen Stammform dieser ganzen Unterklasse am nächsten stehen, sondern auch noch viele, der gemeinsamen Stammform aller Krebse zukommende, ursprüngliche Charaktere beibehalten haben. Als echte Malacostraken erscheinen die Leptostraken zunächst wegen der Regionenbildung des Rumpfes, der aus einer 8-gliedrigen Brust und einem Abdomen besteht, das, wenn es auch hinten ein Segment mehr aufweist, als das typische Malacostrakenabdomen doch dieselbe Anzahl von Pleopoden trägt. Ferner zeigen die Mundgliedmaassen typische Malacostrakencharaktere und auch die Brustfüsse enthalten alle Elemente typischer Malacostraken-Brustfüsse. Der Darm erweist sich durch den Besitz eines Kaumagens und die specielle Gestaltung seiner Leberschläuche als ein Malacostrakendarm, und die Mündungen der Geschlechtsorgane haben die für die Malacostraken charakteristische Lage. Anderseits erweisen sich die Leptostraken durch den Besitz der grossen zweiklappigen Schalenduplicatur, durch die gleichartige Ausbildung der 8 freien Brustsegmente und ihrer Anhänge, durch die reiche Gliederung des Nervensystems und das langgestreckte, mit vielen Ostienpaaren versehene Herz als sehr ursprüngliche Malacostraken, deren Vorfahren wohl mit den Phyllopoden stammverwandt waren.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der übrigen Malacostrakenordnungen sind nach dem heutigen Stand der Crustaceenforschung folgendermaassen aufzufassen. Die Stomatopoden bilden eine ganz isolirt dastehende Ordnung, die, wenn auch einseitig entwickelt (Kiemen an den Pleopoden, Geschlechtsorgane im Abdomen, zahlreiche Leberanhänge, specielle Gestaltung der Brust und ihrer Extremitäten), doch in manchen Organisationsverhältnissen ursprüngliche Charaktere beibehalten haben, so vornehmlich das langgestreckte, mit vielen Ostienpaaren versehene Rückengefäss und die Schalenduplicatur, welche mehrere Brustsegmente frei lässt.

Von den übrigen Malacostraken haben die Schizopoden. speciell die Euphausiden, noch am meisten Charaktere beibehalten, welche der gemeinsamen Stammform der Malacostraken zukamen, so vornehmlich die specielle Gestaltung der gabelästigen Brustfüsse, die als Kiemen fungirenden Epipodialanhänge derselben, die Rückenschale u. s. w. Gemeinsamen Ursprungs mit den Schizopoden sind wohl die Arthrostraca, unter denen die Anisopoden sowohl wegen des Vorkommens einer kleinen Rückenschale als wegen des Vorkommens von kleinen Exopoditen am zweiten und dritten Rumpffusspaare (Apseudes) die ursprünglichste Stellung einnehmen.

Sonst sind die Arthrostraca charakterisirt durch Rückbildung der Schalenduplicatur, Umbildung der Stielaugen zu sitzenden Augen, Ausfall des Exopoditen an den Brustfüssen. Die Verschiedenheit der Lage des Herzens bei den Amphipoden und Isopoden ist so zu erklären, dass im Zusammenhang mit der Localisation der Athmung sich bei den Amphipoden von einem ursprünglich langgestreckten Rückengefäss nur ein thoracaler Theil, bei den Isopoden nur ein abdominaler Theil erhalten hat. Die Cumaceen stehen den Schizopoden am nächsten, weisen aber einige Isopodencharaktere auf. Die Decapoden, und dies ist ziemlich sicher, stammen von schizopodenähnlichen Vorfahren ab. Unter ihnen erscheinen die Macruren, speciell die Garneelen, als die ursprünglichsten Formen, während die Brachyuren und Anomuren als einseitige, aber sehr hoch entwickelte Zweige der Decapodenordnung dastehen.

Es tritt nun wieder die Frage an uns heran: welche phylogenetische Bedeutung haben die verschiedenen Larvenformen der Malacostraken? In ähnlicher Weise, wie man die für die ganze Krebsklasse charakteristische Naupliuslarve für ein die gemeinsame Vorfahrenform recapitulirendes Entwickelungsstadium hielt, wollte man eine weiter entwickelte Malacostrakenlarve, die sogenannte Zoëa, als eine für die Malacostraken charakteristische Larve betrachten und für diese Unterklasse eine ihr entsprechende Stammform annehmen.

Diese Zoëalarve wurde folgendermaassen charakterisirt: ein grosser Cephalothoracalschild, 2 zusammengesetzte Stielaugen, ein unpaares Naupliusauge. Kopf mit den 5 Paar Kopfgliedmaassen entwickelt, vom Thorax nur der vorderste Theil mit den 2 oder 3 vorderen Thoracalfusspaaren angelegt, der übrige Thorax mit seinen Anhängen fehlend oder rudimentär und gliedmaassenlos. Abdomen vollzählig gegliedert, jedoch ohne Anhänge, Schwanz gablig gespalten.

Diejenigen Forscher, welche in der so gestalteten Zoëalarve eine Larvenform erblicken wollten, welche ungefähr der Stammform der Malacostraken entspreche, mussten annehmen, dass bei den heute lebenden Malacostraken die 5 oder 6 letzten Brustsegmente neu gebildet seien, da sie der Stammform fehlten. Als dann der Bau und die systematische Stellung der Leptostraken besser gewürdigt werden konnte und die Larvengeschichten der Euphausiden und Garneelen besser und vollständiger bekannt wurde, war man genöthigt, zu folgender Erklärung Zuflucht zu nehmen. Die frühesten Vorfahren der Malacostraken besassen zwar die volle Segmentzahl des Rumpfes und die volle Zahl der Thoracalfüsse, eine spätere Form aber büsste die 5 oder 6 letzten Rumpfsegmente mit ihren Anhängen ein, während sie aber bei der Larve sich forterhielten. Schliesslich traten diese Segmente und ihre Anhänge (bei den uns bekannten lebenden oder fossilen Malacostraken) wieder auf. Für diese sehr gezwungene Ansicht wurde die Larvengeschichte gewisser Stomatopoden ins Feld geführt, wo bei den jungen Larven das 3., 4. und 5. Thoracalfusspaar vorhanden ist,

später aber verschwindet, um schliesslich wieder neu gebildet zu werden. Auch bei den Larven von Sergestes verkümmern die beiden letzten Brustfusspaare, um später wieder von neuem aufzutreten.

Gegen die im Vorstehenden mitgetheilten Ansichten lässt sich eine so grosse Reihe von Einwänden erheben, dass sie nothwendig fallen gelassen werden müssen.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass sich innerhalb der verschiedenartigen Formenreihen, die aus der Krebsklasse bekannt sind, und insbesondere in der zwar durchaus nicht lückenlosen Reihe, welche mit den Phyllopoden anfängt und mit den brachyuren Decapoden aufhört, und in welcher Branchipus, Nebalia, Euphausia, Penaeus die wichtigsten Etappen bilden, sich nirgends auch nur die geringste Andeutung davon zeigt, dass ganze Körperregionen mit ihren Extremitäten verschwinden und später wieder neu auftreten können, oder dass sich zwischen schon bestehende Segmente neue Segmente mit neuen Gliedmaassen einschieben.

Sodann müssen wir fragen, wie weit die oben charakterisirte Zoëalarve bei den Malacostraken verbreitet ist. In typischer Gestalt findet sie sich eigentlich nur bei den Brachyuren und, doch in etwas abweichender Gestalt, bei den Stomatopoden. Schon diese Thatsache mahnt zur Vorsicht, da die Brachyuren entschieden die allerjüngsten und am meisten specialisirten Decapoden sind und in ihrer Entwicklung sogar nicht einmal das Schizopodenstadium mit den charakteristischen spaltästigen Thoracalfüssen vorkommt. Die Larvengeschichte der Euphausiden, Stomatopoden und Garneelen, die frühen Entwicklungsvorgänge bei den Loricaten, die sich noch im Ei abspielen, und die sogenannte direkte Entwicklung so vieler anderen Malacostraken zeigen hingegen, dass sich der Malacostrakenkörperstamm in typischer Weise (wie bei den Entomostraken) allmählich von vorn nach hinten differenzirt. Die Larvengeschichte von Penaeus zeigt ferner, dass mit Ausnahme des 6. Pleopodpaares sich auch die Extremitäten von vorn nach hinten anlegen und differenziren. Bei den Euphausiden differenziren sich die Extremitäten der hintern Thoracalregion ungefähr gleichzeitig mit denen des Abdomens von vorn nach hinten.

Für die Auffassung der typischen Decapoden-, speciell der Brachyurenzoëa ist ferner der gelieferte Nachweis von grösster Wichtigkeit, dass in ihr, trotz der scheinbar fehlenden, das 4.—8. Brustsegment umfassenden Thoracalregion die thoracale, von der Sternalarterie durchsetzte Ganglienmasse schon angelegt ist.

Von nicht minder grosser Bedeutung ist ferner die Thatsache, dass die Stomatopodenlarven ein langgestrecktes, mit vielen Ostienpaaren versehenes Rückengefäss besitzen, während die Decapodenzoëa und die ihr ähnlichen übrigen Thoracostrakenlarven ein gedrungenes, meist mit einem oder zwei Ostienpaaren ausgestattetes thoracales Herz besitzen. Diese Thatsachen zeigen zur Genüge, wie verschieden die künstlich zu der Zoëagruppe vereinigten Thoracostrakenlarven in Wirklichkeit sind.

Für die morphologische Auffassung der Larvenformen der Krebse überhaupt dürften sich vielleicht mit der Zeit folgende Gesichtspunkte als maassgebend erweisen.

Die verschiedene Ausbildung und functionelle Bedeutung eines Körperabschnittes oder eines Gliedmaassenpaares beim erwachsenen Thier lässt sich auch an der verfrühten oder verspäteten Anlage der betreffenden Theile erkennen. Belege: das ausserordentlich frühzeitige Auftreten des letzten Pleopodpaares bei den Thoracostraken, jenes Pleopodpaares, welches beim erwachsenen Thier eine von den übrigen Pleopoden so abweichende Gestalt zeigt, mit dem Telson zusammen die Schwanzflosse bildet und eine so her-

vorragende locomotorische Bedeutung erlangt. Ein Gegenstück hierzu liefert das verspätete Auftreten der beim erwachsenen Thier verkümmerten Maxillen der Phyllopoden und wohl auch der Cirripedien.

Aber nicht nur die specielle Gestaltung des erwachsenen Thieres, sondern auch diejenige einer oder mehrerer Larvenstadien übt da einen mitwirkenden Einfluss auf die frühen Entwicklungsvorgänge, wo diese Larvenstadien nicht nur als ganz vorübergehende Entwicklungsstadien, sondern als selbständig sich ernährende, eine besondere Lebensweise führende, eine wichtige Rolle im Lebenshaushalte der Art spielende Wesen auftreten, gewissermaassen wie erwachsene Thiere, denen aber die Fähigkeit der Fortpflanzung abgeht. Solche Larven zeigen in ihrer Organisation durchaus selbständige Anpassungen an ihre speciellen Existenzbedingungen, und es wird nunmehr zunächst und vor allem Aufgabe der ihnen vorausgehenden Entwicklungsstadien, die Organisation dieser Larven, nicht die des erwachsenen Thieres vorzubereiten. Von solchen Gesichtspunkten aus wird sich vielleicht dereinst die Krabbenzoëa mit ihrer reducirten Brust und den fehlenden 4. bis 8. Gangfusspaaren erklären lassen, die beim erwachsenen Thier allein die Locomotion bewerkstelligen, bei der Zoëa vielleicht aber nutzlos, vielleicht sogar hinderlich sind. Die Larven führen ein pelagisches Leben und ihre Organisation ist diesem Leben ohne Zweifel mehr oder minder angepasst. Es wäre deshalb vor allem äusserst wünschenswerth, genau zu erforschen, welche physiologische Rolle alle Körpertheile und jeder einzelne bei jeder Krebslarve spielt. Wir sehen, dass bei den schwimmenden Thoracostraken das bei der Zoëa wohl entwickelte Abdomen gut ausgebildet ist und beim Schwimmen eine Hauptrolle spielt.

Eines der wichtigsten und interessantesten Probleme der Ontogenie ist das Verkümmern und nachherige Neuauftreten identischer Körpertheile, für das die Larvengeschichte der Malacostraken so zahlreiche Beispiele liefert. (Vergleiche besonders die Larvengeschichte der Stomatopoden und Loricaten.) Auch für die Lösung dieses Problems werden sich vielleicht die erwähnten Gesichtspunkte als maassgebend erweisen. Bei den Stomatopoden treten die 3 letzten Thoracalfusspaare, die sogenannten Gehfüsse, ähnlich den 5 Gehfusspaaren der Brachyuren, erst am Ende des Larvenlebens auf. Die fünf vordern Thoracalfusspaare aber entwickeln sich während der ersten Periode des Larvenlebens um in der zweiten theilweise zu verschwinden und schliesslich in definitiver Gestalt wieder neu aufzutreten. Aehnliche Erscheinungen zeigt die Entwicklungsgeschichte der Loricaten. Der erste, später zu nichte gemachte Anlauf zur Bildung der sämmtlichen oder der meisten typischen Malacostrakenextremitäten, den wir hier constatiren, ist ohne Zweifel der Macht der Vererbung zuzuschreiben. Das temporäre Verschwinden eines Theiles der Extremitäten ist höchst wahrscheinlich eine Anpassungserscheinung an die speciellen, von denen des erwachsenen Thieres so verschiedenen Existenzbedingungen der Larve. Wenn aber der erste frucht- und nutzlose Anlauf im Laufe der Zeiten allmählich schwächer würde und schliesslich gänzlich unterbliebe, so würden wir bei Loricaten und Stomatopoden ganz ähnliche Erscheinungen antreffen, wie bei der Brachyuren-Entwicklung, wo die Ausbildung der 5 letzten Brustsegmente und ihrer Extremitäten so ausserordentlich spät geschieht. In dieser Weise liesse sich vielleicht auch die Thatsache erklären, dass die Brachyurengangfüsse in der definitiven Gestalt und nicht als Spaltfüsse auftreten.

Uebersicht der wichtigsten Litteratur.

Als Einleitung in das Studium der Krebskunde sehr zu empfehlen:

T. H. Huxley. *Der Krebs. Eine Einleitung in das Studium der Zoologie. Leipzig* 1881.

Grundlegend oder allgemeineren Inhaltes:

J. E. V. Boas. *Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malacostraken, in: Morphol. Jahrbuch von Gegenbaur.* 8. *Bd.* 1883.

Justus Carrière. *Die Sehorgane der Thiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. München und Leipzig* 1885.

C. Claus. *Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceen-systems. Ein Beitrag zur Descendenzlehre. Wien* 1876. *Grundlegend.*

Derselbe. Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen, in: Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien. 6. *Bd.* 1886.

J. Dana. *Crustacea of U. S. exploring expedition under Capt. Charles Wilkes.* 2 *vol. und Atlas. Philadelphia* 1852.

H. Gerstaecker. *Arthropoden in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs.* 5. *Bd. I. Abth.* 1. *Hälfte* 1866—1879. 2. *Hälfte noch nicht vollendet.*

A. Grenacher. *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen* 1879.

Carl Grobben. *Die Antennendrüse der Crustaceen. Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien.* 3. *Bd.* 1880.

Milne Edwards. *Histoire naturelle des Crustacés. Paris* 1834—1840. 3 *Bände mit Atlas.*

Fritz Müller. *Für Darwin. Leipzig* 1864.

Die Anatomie einzelner Abtheilungen betreffend:

G. Bellonci. *Sistema nervoso e organi dei sensi dello Sphaeroma serratum, in: Memorie Accad. Lincei.* 10. *Bd.* 1881.

Carl Claus. *Neue Beobachtungen über Cypridinen. Zeitschrift f. wiss. Zoologie.* 23. *Bd.*

Derselbe. Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Copepoden, in: Archiv f. Naturgeschichte. 24. *Jahrg.* 1. *Bd.* 1858.

Derselbe. Beiträge zur Kenntniss der Entomostraken (Copepoden, Estherien). Marburg 1860.

Derselbe. Die frei lebenden Copepoden. Leipzig 1863.

Derselbe. Die Metamorphose der Squilliden. Abhandl. d. Königl. Gesellsch. d. Wissenschaften. Göttingen 1871.

Derselbe. Zur Kenntniss des Baues und der Entwickelung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Abhandl. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. Göttingen 1873.

Derselbe. Schriften zoologischen Inhalts. I. Die Familie der Halocypriden. Wien 1874.

Derselbe. Ueber die Entwickelung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 25. *Bd* 1875.

Derselbe. Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 27. *Bd.* 1876.

Derselbe. Der Organismus der Phronimiden, in: Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien. 2. *Bd.* 1879.

Derselbe. Kreislauforgane der Stomatopoden, Schizopoden und Decapoden. Ibidem. 5. *Bd.* 1884.

Derselbe. Ueber Apseudes Latreillei Edw. und die Tanaiden. Ibidem. 5. *Bd.* 1884.

Derselbe. Untersuchungen über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia. Ibidem. 6. *Bd.* 1886.

Derselbe. Ueber Lernaeascus nematoxys und die Familie der Philichthyden. Ibidem. 7. *Bd.* 1887.

Derselbe. Ueber Apseudes Latreillei Edw. und die Tanaiden. II. Ibidem. 7. *Bd.* 1887.

Derselbe. Ueber den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken. Ibidem. 8. *Bd.* 1. *Heft.* 1888.

Ch. Darwin. *A monograph of the Cirripedia. Ray Society.* 2 *Bände.* 1851, 1853.

Yves Delage. *Contribution à l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés édriophthalmes marins. Arch. de Zoologie expérimentale.* 1°. 9. *Bd. Paris* 1881.

Anton Dohrn. *Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Arthropoden. Leipzig* 1870.
A. Giard *et* **J. Bonnier.** *Contributions à l'étude des Bopyriens. Travaux de l'Inst. zool. de Lille. Tome V.* 1887.
C. Grobben. *Die Geschlechtsorgane von Squilla mantis. Sitz.-Ber. Akad. Wissensch. Wien* 1876.
Derselbe. Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Decapoden. Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien. 1. *Bd.* 1878.
Ernst Haeckel. *Ueber die Gewebe des Flusskrebses, in: Müller's Archiv.* 1857.
Derselbe. Beiträge zur Kenntniss der Corycaeiden, in: Jenaische Zeitschr. 1. *Bd.* 1864.
C. Heider. *Die Gattung Lernanthropus, in: Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien.* 2. *Bd.* 1879.
V. Hensen. *Studien über das Gehörorgan der Decapoden, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 13. *Bd.* 1863.
P. P. C. Hoek. *Report on the Cirripedia collected by H. M. S. Challenger. Anatomical Part. Zool. Chall. Exp. Part* 28. 1884.
Lemoine. *Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux, musculaire et glandulaire de l'écrevisse. Annales des sciences naturelles. Série IV.* 15. *Bd.* 1861.
Fr. Leydig. *Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen* 1860.
P. Mayer. *Carcinologische Mittheilungen. Mitth. d. Zool Station zu Neapel.* 1. *und* 2. *Bd.* 1878—1881.
Derselbe. Die Caprelliden des Golfes von Neapel, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 6. *Bd. Leipzig* 1882.
Otmar Nebeski. *Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien.* 3. *Bd.* 1880.
A. S. Packard jr. *A monograph of north american Phyllopod Crustacea. Washington* 1883. (*Geolog. Survey of the Territories,* 12. *annual Report.*)
G. O. Sars. *Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania* 1867.
Derselbe. Carcinologiske Bidrag til Norges Fauna. I. Mysider. Christiania 1870, 1872.
Derselbe. Report on the Schizopoda, in: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. 13. *Bd.* 1885.
Derselbe. Report on the Phyllocarida (Leptostraca). Ibidem. 19. *Bd.* 1887.
Derselbe. Report on the Cumacea. Ibidem. 19. *Bd.* 1887.
R. Walz. *Ueber die Familie der Bopyriden. Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien.* 4. *Bd.* 1882.
Max Weber. *Die Isopoden, gesammelt während der Fahrten des „Willem Barents" in das nördliche Eismeer, in: Bijdragen tot de Dierkunde. Amsterdam* 1884.
August Weismann. *Ueber Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina, in: Zeitschr. f. wissensch Zoologie.* 24. *Bd.* 1874.
Derselbe. Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. Sieben Abhandlungen. Leipzig 1876—79. *Separat-Abdruck aus Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 27.—33. *Bd.*
W. Zenker. *Monographie der Ostracoden, in: Archiv für Naturgeschichte.* 20. *Jahrg.* 1. *Bd.* 1854.
Ausserdem zahlreiche Werke und Abhandlungen von Blanc, Boas, Brooks, Berger, Burmeister, Brady, Bullar, Braun, Brocchi, Bellonci, Brandt, Beddard, Claus, Delage, Dietl, Friedrich, Gegenbaur, Grube, Giesbrecht, Gruber, Herbst, Kossmann, Kraepelin, Krieger, Klunzinger, Kröyer, Leydig, Lilljeborg, Leach, Lacaze-Duthiers, Fritz Müller, W. Müller, P. Mayer, A. Milne Edwards, Noll, v. Nordmann, Plateau, Patten, Pelseneer, Rathke, Sye, Semper, M. Sars, G. O. Sars, Spangenberg, Stuhlmann, C. Vogt, v. Willemoes-Suhm, Vitzou, Yung, Zaddach u. s. w. u. s. w.

Schriften über Ontogenie (abgesehen von den schon im vorhergehenden Verzeichniss erwähnten):

N. Bobretzky. *Zur Embryologie des Oniscus murarius, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 24. *Bd.* 1874.
W. K. Brooks. *Lucifer, a study in morphology, in: Philos. Transactions of the Royal Society I. London* 1882.
C. Claus. *Beiträge zur Kenntniss der Ostracoden. Entwickelungsgeschichte von Cypris. Marburg* 1868.
Derselbe. Untersuchungen über die Organisation und Entwickelung von Branchipus und Artemia etc., in: Arb. aus dem Zool Institute zu Wien. 6. *Bd.* 1886.

Yves Delage. *Evolution de la Sacculine, Crustacé endoparasite de l'ordre nouveau des Kentrogonides. Arch. de Zoologie expérimentale de H. de Lacaze-Duthiers.* 2°. 2. *Bd. Paris* 1884.
C. Grobben. *Die Entwickelungsgeschichte der Moina rectirostris. Arb. aus dem Zool. Institute zu Wien.* 2. *Bd.* 1879.
Derselbe. Die Entwickelungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis. Ibidem. 3. *Bd.* 1881.
Heinr. Reichenbach. *Studien zur Entwickelungsgeschichte des Flusskrebses, in: Abh. d. Senkenb. Nat. Gesellsch. zu Frankfurt.* 14. *Bd.* 1886.
Ausserdem Abhandlungen von E. van Beneden, Bobretzky, W. K. Brooks, Claus, Dohrn, Grube, Hoek, Joly, Lereboullet, Krohn, Kossmann, P. Mayer, Fritz Müller, Pagenstecher, Richters, Uljanin, Spence Bate, Thompson, Metschnikoff u. s. w.

I. Anhang zur Klasse der Krebse.

Die Trilobiten, Gigantostraken, Hemiaspiden und Xiphosuren.

I. Die Trilobiten

sind gänzlich ausgestorbene, auf das palaeozoische Zeitalter beschränkte Gliederthiere.

Körperstamm (Fig. 282). Das Integument der Oberseite ist hart; die Unterseite weichhäutig. Der Körperstamm zerfällt in drei

Fig. 282.

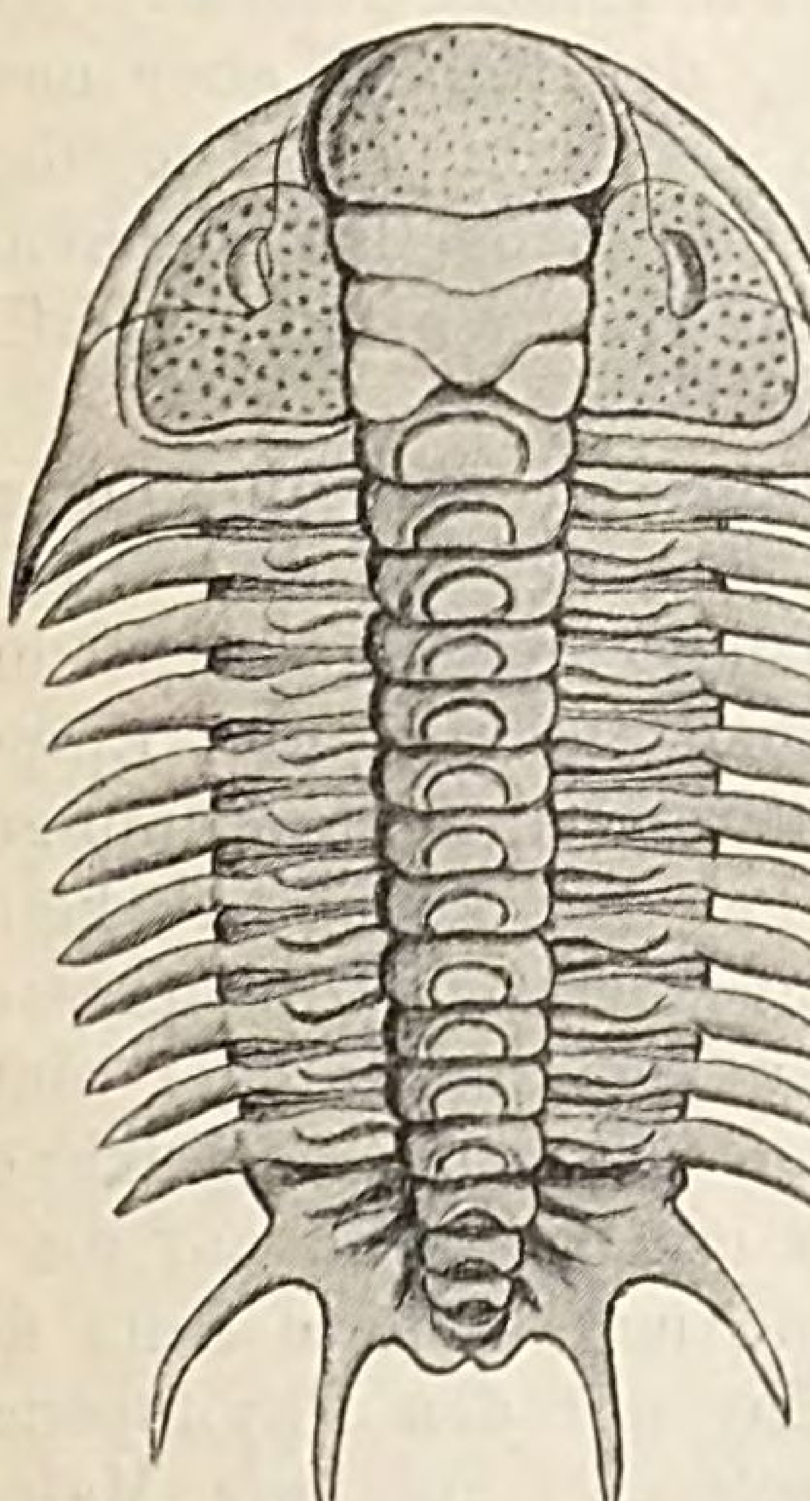


Fig. 283.

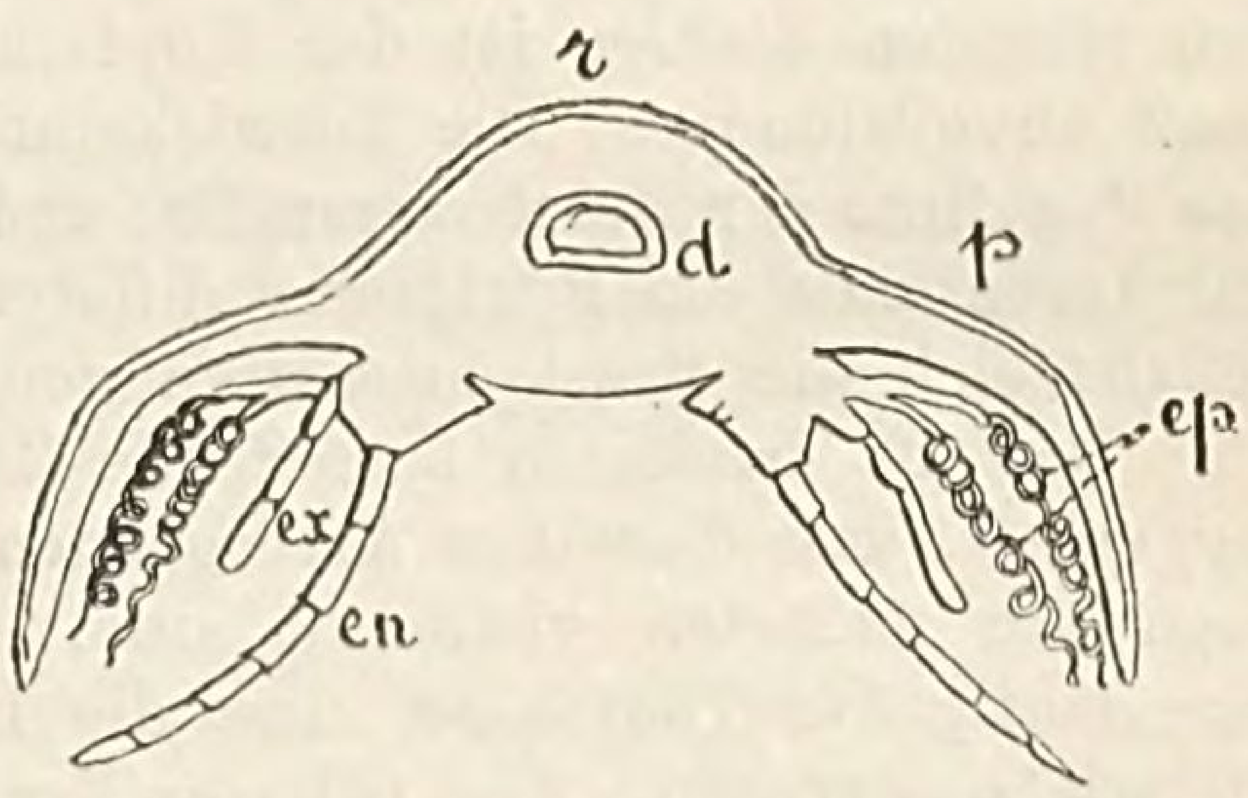


Fig. 282. **Cheirurus Quenstedtii**, von der Rückenseite.

Fig. 283. **Restaurirtes Rumpfsegment eines Trilobiten,** im Querschnitt (nach Walcott). *r* Rhachis, *p* Pleuren, *ep* Epipodialanhänge, *en* Endopodit, *ex* Exopodit.

Abschnitte, Kopfschild, Brust und Schwanzschild (Pygidium). Durch zwei annähernd parallele longitudinale Rückenfurchen zerfällt jeder dieser Abschnitte, besonders deutlich aber die Brust, in ein gewölbtes

Mittelfeld (Rhachis) und zwei Seitenfelder (Pleuren). Das Kopfschild ist unsegmentirt, halbkreis- oder halbmondförmig, mit der Rundung nach vorn und trägt gewöhnlich zwei grosse zusammengesetzte Augen. Das Vorkommen einfacher Augen ist sehr zweifelhaft. Die Brust besteht aus einer wechselnden (meist ziemlich beträchtlichen) Anzahl frei beweglicher Segmente. Das Schwanzschild erscheint aus einer verschiedenen Anzahl mit einander mehr oder weniger vollständig verschmolzener Segmente zusammengesetzt. Fast alle (oder alle?) Trilobiten vermochten ihren Körper nach Art der Asseln so einzurollen, dass Vorderrand des Kopfschildes und Hinterrand des Schwanzschildes sich berührten.

Gliedmaassen (Fig. 283). Sie sind in sehr seltenen Fällen erhalten. Es sind gegliederte schlanke Füsse, die sich in ziemlich gleicher Gestalt vom Kopfschild bis zum Ende des Schwanzschildes segmentweise wiederholen. Unter dem Kopfschild finden sich 4 Paar als Kieferfüsse bezeichnete Gliedmaassen, von denen das hinterste stärker als die übrigen entwickelt ist, das vorderste hinter der Oberlippe sich inserirt. Die Gliedmaassen des Rumpfes und des Pygidiums sind Spaltfüsse mit längerem Endopoditen und kürzerem Exopoditen und mit in 2 Gabeläste getheilten, faden- oder bandförmigen, einfachen oder spiralig gedrehten Epipodialanhängen am Basalglied, die wohl mit Sicherheit als Kiemen zu deuten sind. Diese Kiemen scheinen auch an den Gliedmaassen des Pygidiums, aber in verkümmertem Zustande, vorzukommen. Der Darmkanal durchzieht den Körper in gestrecktem Verlauf bis zum Ende des Schwanzschildes. Vor dem Munde findet sich am unteren und vorderen Umschlagsrand des Kopfschildes ein Schalenstück, das man als Oberlippe bezeichnet.

Man hat von einigen Trilobitenarten ziemlich vollständige Reihen von successiven Entwickelungs-(Larven-)stadien kennen gelernt. Auf den jüngsten Stadien ist der Kopfschild vorhanden, der Rumpf aber noch ganz unvollständig. Die Entwickelung des letztern geschieht meist so, dass das Pygidium der Brust voraneilt, und dass sich immer neue Brustsegmente am Vorderende des Pygidiums differenziren. Mit anderen Worten, es differenzirt sich die Brust successive von vorn nach hinten.

Das die Trilobiten betreffende Beobachtungsmaterial reicht hin, um zu zeigen: 1. dass dieselben Arthropoden sind, und 2. dass sie mit den Crustaceen am nächsten verwandt sind. Für die Crustaceennatur spricht unzweideutig die Thatsache, dass die Rumpffüsse gabelästig sind und Epipodialanhänge tragen. Ein näherer Vergleich mit bestimmten Krebsordnungen lässt sich aber deshalb nicht durchführen, weil bei den Trilobiten keine den vordern Antennen vergleichbaren vor dem Mund gelegenen Gliedmaassen bekannt geworden sind. Ob sie ganz fehlten oder rudimentär oder nicht versteinerungsfähig waren, steht ganz dahin. Sollten sie noch nachgewiesen werden, so würden dann die 5 Kopfgliedmaassen ungezwungen auf die 5 Kopfgliedmaassen der Krebse zu beziehen sein, und man könnte dann die Trilobiten als uralte Entomostraken betrachten, die mit den Phyllopoden von einer gemeinsamen Stammform abzuleiten wären. Sie mit Malacostraken zu vergleichen, verbietet die verschiedenartige Gliederung des Körpers und die nicht constante, mit der der Malacostraken nicht übereinstimmenden Zahl der Leibessegmente.

Die Trilobiten waren Meeresbewohner. Agnostus (mit nur 2 Brustsegmenten). Trinucleus, Olenus, Paradoxides, Conocephalites

Sao, Calymene, Asaphus, Bronteus, Phacops, Cheirurus, Acidaspis, Lichas, Proetus, Harpes.

II. Die Gigantostraken (Merostomeae, Eurypteridae)

sind ebenfalls gänzlich ausgestorben. Sie lebten während des palaeozoischen Zeitalters.

Körperstamm (Fig. 284). Der langgestreckte, mit Schuppen bedeckte Körperstamm dieser grössten aller Arthropoden zerfällt in Kopf (Cephalothorax?), Brust und Abdomen. Der ungegliederte Kopf ist relativ klein, trägt zwei zusammengesetzte Seitenaugen und der Medianlinie sehr genähert zwei Ocellen. Brust und Abdomen bestehen je aus 6 Segmenten. An das 6. Abdominalsegment reiht sich ein Schwanzstachel oder ein flossenförmiges Endsegment an.

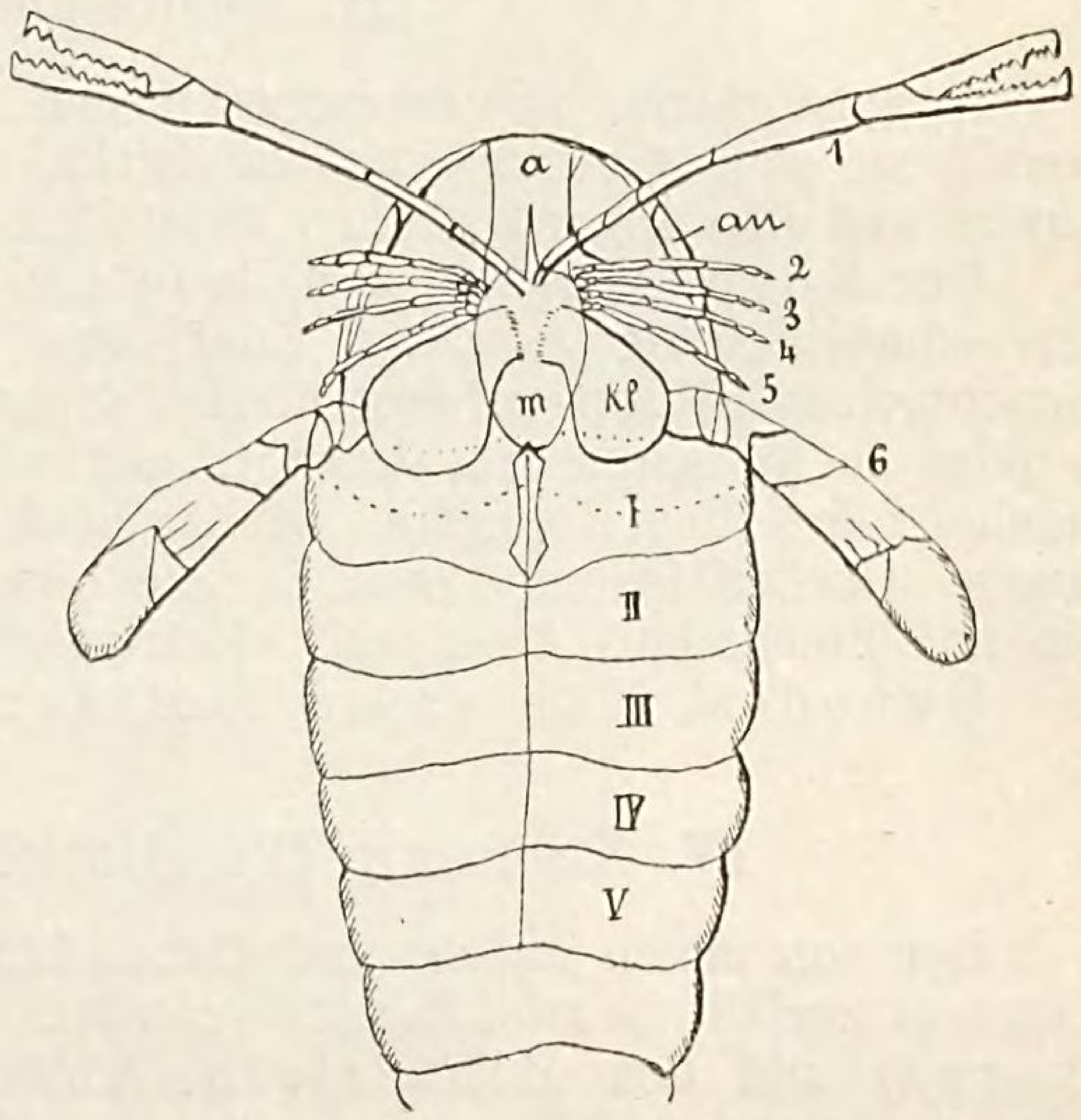


Fig. 284. **Pterygotus osiliensis**, oberer Silur. Unterseite restaurirt und verkleinert (nach F. SCHMIDT). *a* Epistoma, *m* Metastoma, 1—6 Füsse (1 Chelicer, 6 Ruderfuss mit grosser Kaulade *kl*), *I—V* Bauchplatten, *au* Auge.

Extremitäten. Der als Kopf bezeichnete Abschnitt trägt 6 Extremitätenpaare, die aus einer Reihe von Gliedern bestehen, also keine Spaltfüsse sind. Das vorderste Paar liegt vor dem Munde, ist bei Eurypterus ein feingegliedertes, kleines Fühlerpaar, bei Pterygotus ein langer Scheerenfuss mit kräftiger Scheere. Die Basalglieder der fünf folgenden Fusspaare inseriren im Umkreise des Mundes und besitzen eine nach innen gerichtete, bei Pterygotus besonders am letzten Kopffusspaar stark entwickelte Kaulade.

Das letzte Kopffusspaar ist viel stärker als die übrigen entwickelt, ruderförmig und diente offenbar als Schwimmfuss. An der Unterseite der 6-gliedrigen Brust finden sich 5 aus zwei Seitenhälften bestehende Platten (Blattfüsse), die sich dachziegelförmig übereinanderschieben und darunter liegende blättrige Kiemen bedecken. Die vorderste grösste Platte wird als Operculum bezeichnet. Das Abdomen ist gliedmaassenlos. Hinter dem Munde findet sich eine grosse ovale Platte, das Metastoma.

Die systematische Stellung der Gigantostraken ist unklar. In Zahl und Lage der Kopffüsse stimmen sie mit den Xiphosuren überein. Die Blattfüsse des Thorax erinnern ebenfalls etwas an diejenigen von Limulus, und besonders das Operculum scheint bei beiden Gruppen homolog

zu sein. Die Beziehungen zu den übrigen Arthropoden, speciell zu den Crustaceen und zu den Scorpionen, denen sie im Habitus ähneln, sind vielfach erörtert worden, bleiben aber deshalb unklar, weil der morphologische Werth der Gliedmaassen, besonders auch des vor dem Munde gelegenen Gliedmaassenpaares nicht annähernd sicher erkannt ist. Unsere Kenntniss vom Körperbau der Gigantostraken und Trilobiten hat (z. B. Entdeckung der Gliedmaassen der letzteren) in den letzten Decennien durch vielfache palaeontologische Arbeiten so unerwartete Bereicherungen erfahren, dass Hoffnung auf weitere Entdeckungen vorhanden ist.

Eurypterus. Pterygotus.

III. Hemiaspidae.

Ausgestorbene, palaeozoische Formen, die mit den Xiphosuren verwandt zu sein scheinen und vielleicht eine Art Bindeglied zwischen diesen und den Gigantostraken darstellen.

Der Körperstamm zerfällt in drei Regionen, einen ansehnlichen, von einem Schilde bedeckten Kopf, eine aus 5 oder 6 freien (selten verschmolzenen) Ringen bestehende Brust und ein Abdomen, das aus 3 oder mehr Segmenten besteht, auf welche ein kräftiger Schwanzstachel folgt. Der Kopfschild besitzt häufig 2 zusammengesetzte Seitenaugen. Ocellen fehlen. Zwei dorsale Längsfurchen verleihen der Brust ein trilobitenartiges Aussehen. Extremitäten unbekannt.

Bunodes, Hemiaspis, Belinurus.

IV. Xiphosura (Poecilopoda, Limulidae).

Der von einem harten und dicken Chitinpanzer bedeckte Körperstamm zerfällt in zwei Hauptabschnitte, die Kopfbrust (Cephalothorax) und den Hinterleib (Abdomen). Auf den Hinterleib folgt ein grosser und langer, von ihm beweglich abgesetzter, postanaler Schwanzstachel. Die Kopfbrust ist sehr umfangreich, beinahe halbmondförmig, mit zwei seitlichen, nach hinten gerichteten Hörnern. Auf ihrer Rückenseite finden sich zwei zusammengesetzte Seitenaugen und vor ihnen, der Medianlinie mehr genähert, zwei Ocellen. Das flache, gegliederte Abdomen, welches mit der Kopfbrust beweglich articulirt, ist im Umriss annähernd 6-eckig.

Die Oberseite der Kopfbrust ist gewölbt, die Unterseite concav vertieft.

Gliedmaassen (Fig. 285). Auf die Kopfbrust entfallen 7 Gliedmaassenpaare. Das vorderste liegt vor dem Mund, ist klein und endet mit einer Scheere. Es wird vom vorderen Theil der Schlundcommissur aus innervirt und dürfte (wenn ein Vergleich mit Crustaceen erlaubt ist) vielleicht dem 2. Antennenpaare entsprechen, während ein den vorderen Antennen entsprechendes Gliedmaassenpaar bei Limulus fehlt. Auf das erste als Cheliceren zu bezeichnende Gliedmaassenpaar folgen fünf kräftigere und längere Gliedmaassenpaare, die ebenfalls mit Scheeren endigen. Sie entspringen zu Seiten der spaltförmigen Mundöffnung und besitzen je einen Kaufortsatz am Basalglied. Die Kauvorsprünge der 4 vorderen Fusspaare sind mit Dornen bewaffnet, die des 5. Paares aber haben eine scharfe und schneidige Innenkante. Das 5. Fusspaar ist ausserdem noch durch abweichende Beschaffenheit des Endgliedes und durch

einen Anhang am Batalglied ausgezeichnet, den man als Exopodit gedeutet hat. Hinter dem Munde finden sich noch zwei griffelförmige Fortsätze, die Chilaria.

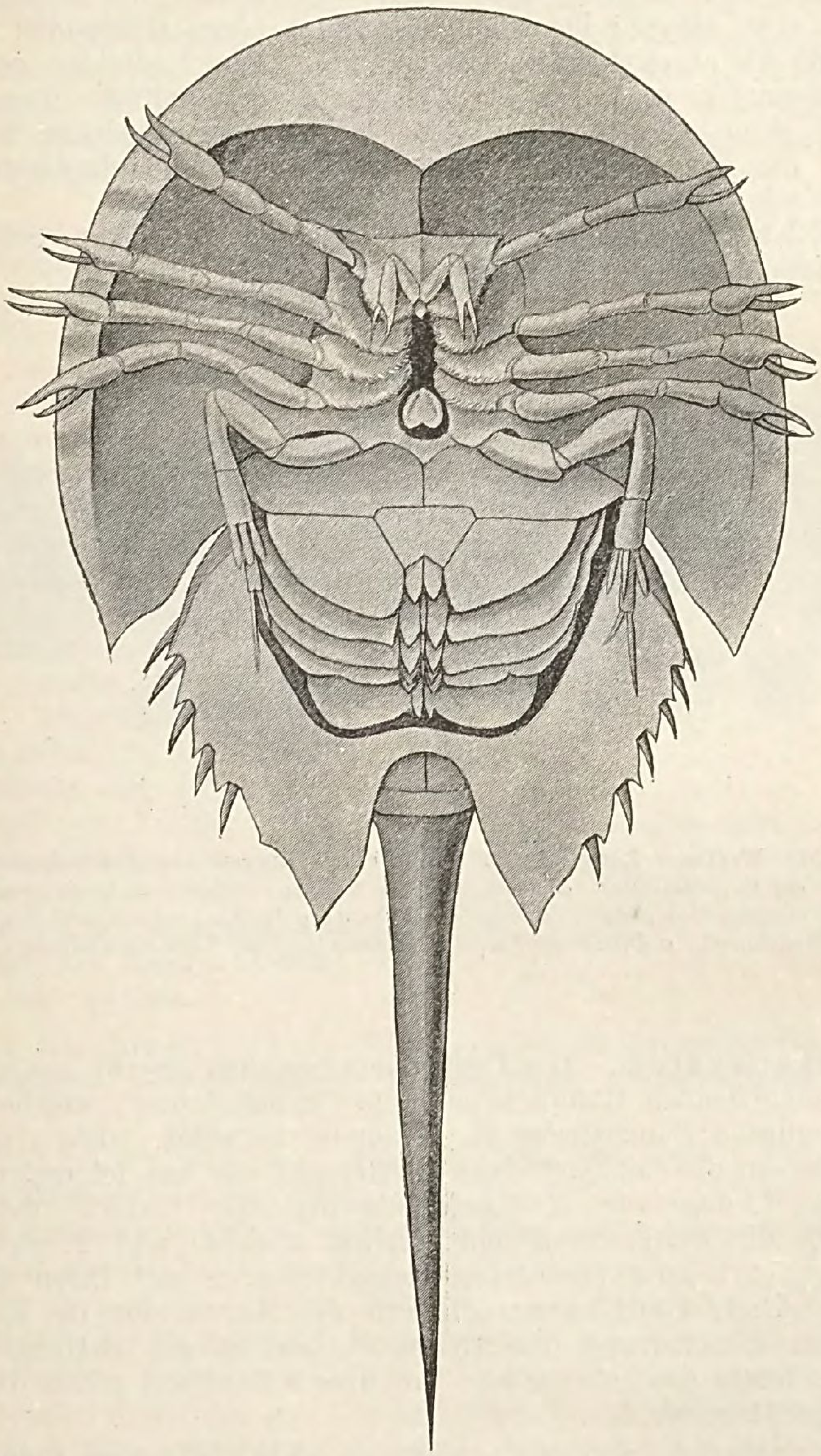


Fig. 285. **Limulus polyphemus**, junges Exemplar von der Bauchseite (nach PACKARD).

Das 7. Gliedmaassenpaar des Cephalothorax, welches an seinem hintersten Rande entspringt, ist von den vorhergehenden ganz abweichend gestaltet und stimmt viel mehr mit den Abdominal-

füssen überein. Es wird als Operculum bezeichnet und besteht aus 2 in der Mittelinie verbundenen Platten, welche die darauf folgenden Abdominalfüsse bedecken. Diese letzteren, 5 Paar an der Zahl, sind blattförmig und ähnlich gestaltet, wie das Operculum. An allen Blattfüssen kann man 2 durch Nähte begrenzte Reihen von Feldern unterscheiden, eine Aussenreihe mit grösseren Feldern (Exopodit) und eine innere mit kleineren Feldern (Endopodit). Die Endfelder oder Endglieder ragen frei vor. Die blattförmigen Abdominalfüsse tragen jederseits auf ihrer oberen (d. h. dem Körper zugewandten) Seite eine Kieme, die aus zahllosen weichhäutigen Integumentduplicaturen besteht, die wie die Blätter eines Buches angeordnet sind.

Die Blattfüsse dienen ausser zur Athmung auch zum Schwimmen. Es kommt ein sternales Endoskelet vor.

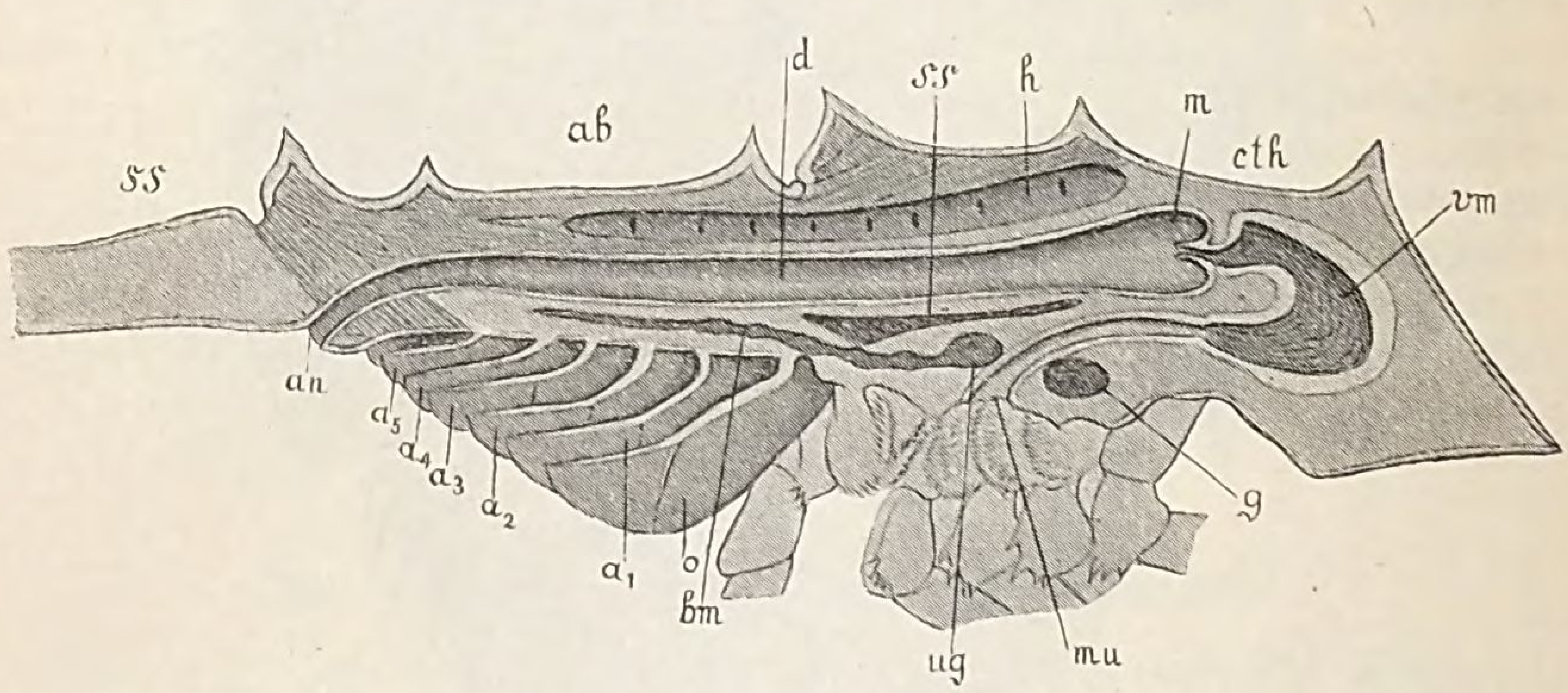


Fig. 286. **Medianer Längsschnitt durch einen jungen Limulus polyphemus** (nach PACKARD). *cth* Cephalothorax, *ab* Abdomen, *ss* Schwanzstachel, *vm* Vormagen, *m* Magen, *h* Herz. *ss* sternales knorpeliges Endoskelet, *d* Darm, *g* Gehirn, *ug* untere Schlundganglienmasse, *bm* Bauchmark, *o* Operculum, a_1—a_5 kiementragende Abdominalanhänge, *mu* Mund, *an* After.

Nervensystem. Das Centralnervensystem besteht aus einer den Schlund umgebenden Ganglienmasse im Cephalothorax, welche sich in einen ganglıösen Bauchstrang im Abdomen fortsetzt. Die ringförmige Ganglienmasse des Cephalothorax erweist sich als aus folgenden Theilen bestehend: 1. dem vor dem Schlunde liegenden Gehirn, welches die Nerven an die Seitenaugen und Ocellen abgiebt, und 2. sieben nahe aneinander gerückten postoralen Ganglienpaaren mit ihren Quercommissuren. Diese Ganglienpaare liefern die Nerven für die Kopfbrustfüsse. Der Bauchstrang des Abdomens besteht aus 6 Ganglien, von denen das letzte das grösste ist. Von diesen Ganglien gehen die Nerven an die Blattfüsse ab.

Das zusammengesetzte Auge (Fig. 287) von Limulus verdient eine besondere Erwähnung. Ueber jedem der zwei zusammengesetzten Augen ist der Chitinpanzer verdickt; nach aussen mit glatter Oberfläche, nach innen die darunter liegende Hypodermis durch zapfenartige Fortsätze in ebenso vielen Papillen vorstülpend.

Man kann jeden zu einem Chitinzapfen gehörenden Theil des Chitinpanzers als eine Einzellinse betrachten und einer jeden solchen

Einzellinse entspricht eine von ihren Nachbarinnen völlig gesonderte, wahrscheinlich aus 10 Zellen bestehende Retinula mit Rhabdom, Pigment und Nerv. Die Retinulae liegen in der Hypodermis. Das zusammengesetzte Auge von Limulus erweist sich also als aus zahlreichen dicht gedrängten, aber selbständigen einschichtigen Einzelaugen zusammengesetzt. Jedes Einzelauge entspricht einem einschichtigen Auge gewisser Myriapoden und des Scorpions, und das ganze zusammengesetzte Auge entspricht der Summe der Augen einer Seite dieser Arthropoden, nur dass der Chitinpanzer bei Limulus eine allen Einzelaugen gemeinsame Verdickung darbietet.

Darmkanal. Vom grossen Mund steigt ein langer Oesophagus nach vorn und oben auf, um in einen im vorderen Theile des Cephalothorax gelegenen musculösen Kau- oder Vormagen einzumünden, dessen Chitinintima in zahlreichen Längsfalten in das Lumen vorspringt. Auf den Vormagen folgt ein in seinem Anfangstheil erweiterter gestreckter Mitteldarm, welcher Cephalothorax und Abdomen durchzieht und vermittelst eines kurzen Enddarmes an der Basis des Schwanzstachels durch eine ventrale Afteröffnung nach aussen mündet. In den Mitteldarm münden die 4 Ausführungsgänge von 2 Paar reich im Cephalothorax verästelter Hepatopancreasdrüsen. Mit Ausnahme des Mitteldarmes findet sich am ganzen Darm eine chitinige Intima.

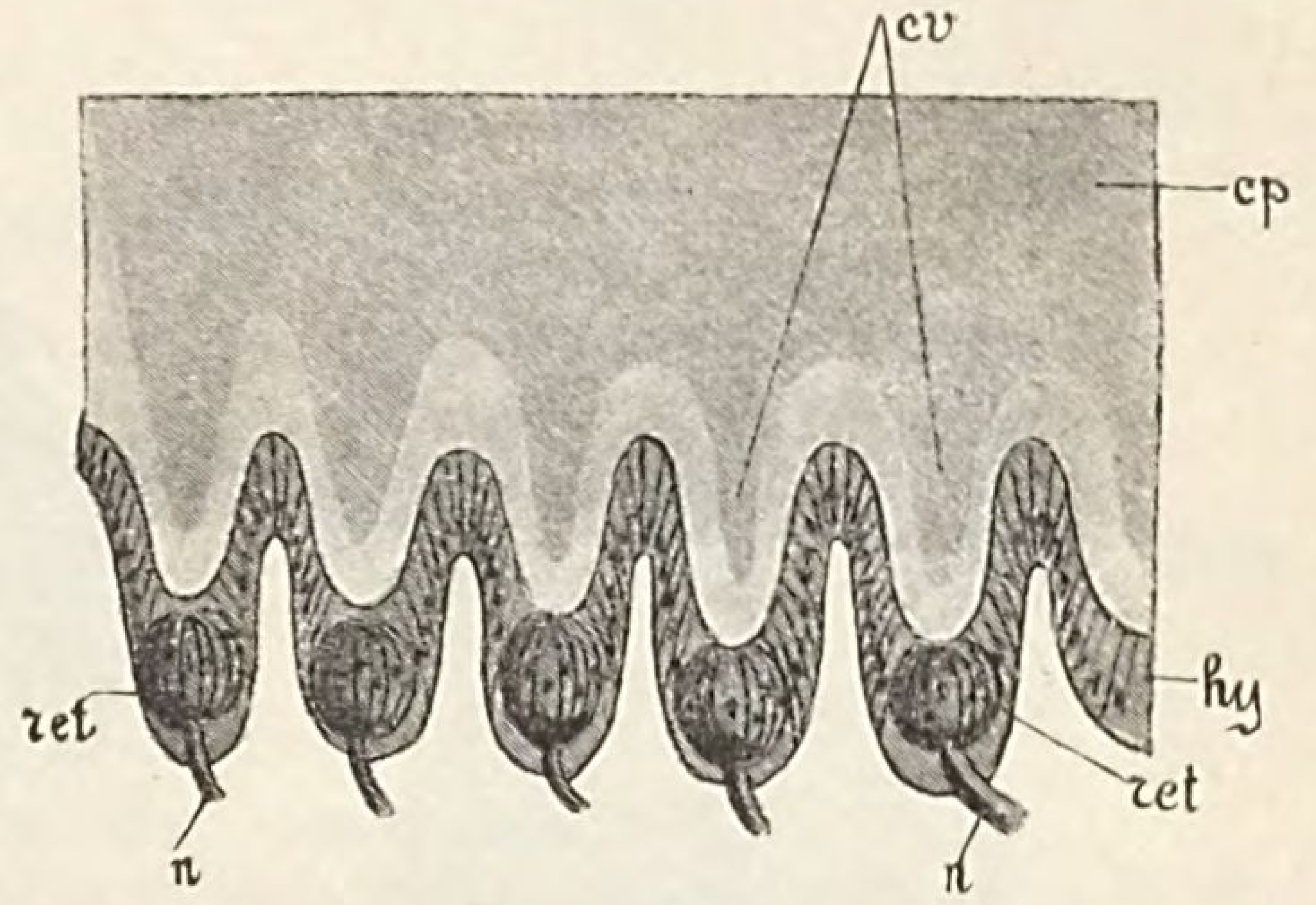


Fig. 287. **Theil eines Schnittes durch das Auge von Limulus.** *cp* Chitinpanzer, *cv* papillenförmig gegen die Einzelaugen vorspringende Verdickungen desselben, *hy* Hypodermis, *ret* Retinulae, *n* Nerven der Einzelaugen.

Circulationssystem. Das Herz ist ein langgestrecktes, mit 8 durch Klappen verschliessbaren Ostienpaaren ausgestattetes Rückengefäss.

Geschlechtsorgane. Die Geschlechter sind getrennt. Das kleinere Männchen unterscheidet sich äusserlich vom Weibchen auch dadurch, dass das vorderste oder die beiden vordersten postoralen Beinpaare nicht mit Scheeren, sondern mit Klauen endigen.

Die 2 Ovarien stellen netzförmig verästelte Schläuche dar, die an verschiedenen Stellen von beiden Seiten her mit einander in Verbindung treten. Die beiden Ovidukte bilden vor ihrer Ausmündung eine taschenförmige Erweiterung. Die weiblichen Geschlechtsöffnungen liegen an der (dem Körperstamm zugekehrten) Innenseite der Opercularplatte, und zwar an ihrer Basis rechts und links von der Medianlinie. Die beiden Hoden bestehen aus einer grossen Anzahl im Körper verbreiteter Bläschen, welche den sich vielfach verästelnden und anastomosirenden Samenleitern aufsitzen. Die männlichen Oeffnungen liegen an derselben Stelle, wie die weiblichen.

Coxaldrüsen. Jederseits im Cephalothorax liegt eine ansehn-

liche rothe Drüse, deren äussere Mündung nur bei jungen Thieren am Basalglied des fünften Beinpaares aufgefunden wurde. Ob diese Coxaldrüse der Schalendrüse der Krebse entspricht (welche dort auch am 5. Extremitätenpaar, d. h. der 2. Maxille, ausmündet), steht dahin. Wir wissen nämlich durchaus nicht (und es ist dies sogar unwahrscheinlich) ob das 5. Extremitätenpaar von Limulus dem 2. Maxillenpaare der Krebse entspricht.

Ontogenie. Darüber sei nur Folgendes bemerkt. Die 6 vordern Gliedmaassenpaare treten zuerst und gleichzeitig auf, dann folgt das 7. Paar (Operculum) und das 8. (erstes kiementragendes Abdominalfusspaar). Am Cephalothorax zeigen sich Andeutungen einer Segmentation. Der junge aus dem Ei schlüpfende Limulus zeigt den Cephalothoracalschild vollständig angelegt. Die Gliederung an diesem letzteren ist dann schon wieder verschwunden. Das Abdomen hingegen erscheint deutlich aus 8 Segmenten gebildet, doch sind die

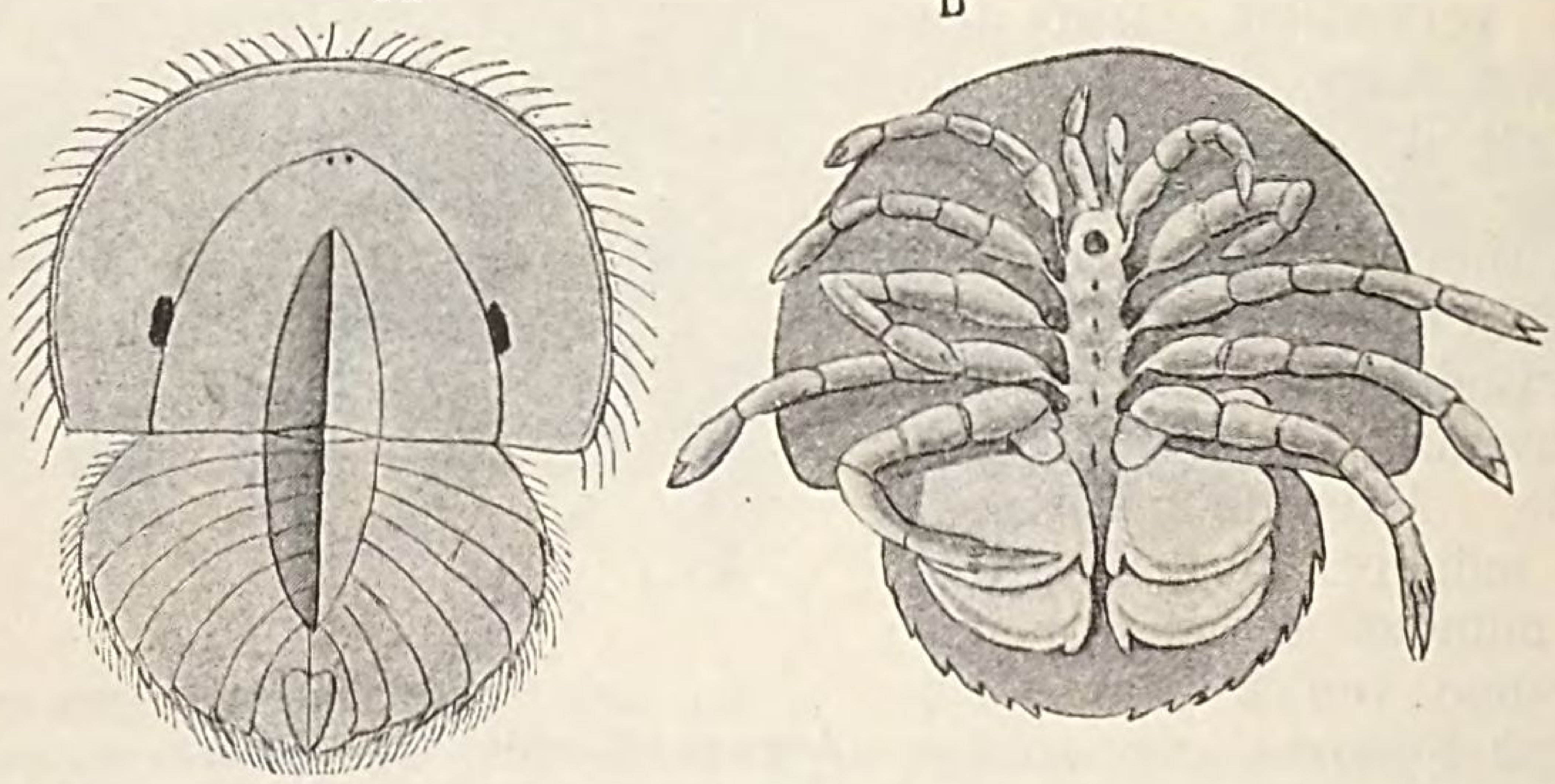


Fig 288. **Limulus polyphemus im sogenannten Trilobiten-Stadium.** *A* Rückenseite, *B* Bauchseite. (Nach KINGSLEY.)

Segmente nicht gegen einander beweglich. Der Schwanzstachel ist noch eine einfache, sehr kurze Platte. Die beiden zusammengesetzten Augen und die beiden Ocelli sind schon vorhanden. Hinter dem 1. Abdominalfusspaar zeigt sich die Anlage des zweiten. Auf diesem Stadium hat die Larve ein trilobitenartiges Aussehen, das noch durch zwei dorsale Längsfurchen vermehrt wird. Der allmähliche Uebergang des Trilobiten-Stadiums in das Limulus-Stadium erfolgt dadurch, dass sich successive von vorn nach hinten die noch fehlenden Abdominal-Blattfüsse anlegen. Die Blattfüsse werden gabelästig. Es entwickeln sich an ihnen die Kiemen, welche beim Trilobitenstadium nur am vordersten Abdominalfusspaar angelegt waren. Das Abdomen verliert die Segmentirung. Die Schwanzplatte verlängert sich fortschreitend zu dem Schwanzstachel.

Systematische Stellung. Die Verwandtschaftsbeziehungen der Xiphosuren mit den Krebsen sind jedenfalls sehr entfernte. Bei der zur Zeit vorhandenen Unmöglichkeit, die Extremitäten von Limulus mit typischen Krebsextremitäten zu homologisiren, die Gliederung des Limuluskörpers mit der Gliederung irgend eines Krebskörpers im Einzelnen zu vergleichen, erscheint der Spaltfusscharakter der Blattfüsse und des 6.

Thoracalfusspaares als das einzige specifische Krebsmerkmal der Xiphosuren, wenn wir von der Kiemenathmung absehen. Viel enger ist offenbar die Verwandtschaft der Xiphosuren mit den fossilen Hemiaspiden und Gigantostraken. Xiphosuren, Hemiaspiden und Gigantostraken sind vielleicht selbst wieder mit den Trilobiten stammverwandt. Jedenfalls aber erscheint es nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft wahrscheinlich, dass alle diese Gruppen mit der Crustaceenklasse nur an der Wurzel zusammenhängen. Die von einigen Forschern angenommenen Beziehungen der Gigantostraken und Xiphosuren zu den Arachnoiden, speciell den Scorpionen, sollen später erörtert werden.

Einzige Gattung Limulus. Marin. L. moluccanus. Molukken, Sundainseln. L. polyphemus Ostküste von Nordamerika.

Wichtigste Litteratur.

Zur allgemeinen Orientirung:

Karl A. Zittel. *Handbuch der Palaeontologie.* 1. *Abth.* 2. *Band. Mollusca und Arthropoda. München und Leipzig.* 1881—1885.

Trilobitae.

H. Burmeister. *Die Organisation der Trilobiten. Berlin* 1843.

J. Barrande. *Système silurien du centre de la Bohème. vol. I. Prag* 1852. *Supplement* 1874.

J. W. Salter *and* **H. Woodward.** *A Monograph of British Trilobites. Palaeontographical Society* 1867—1884.

Fr. Schmidt. *Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. I. Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg. sér. VII. tome* 30. 1881.

C. D. Walcott. *The Trilobitae. New and old evidence relating to its organisation. Bull. Mus. Comp. Zoology, Cambridge, Mass. vol. VIII.* 1881.

Gigantostraca und Hemiaspidae.

J. Nieszkowski. *Der Eurypterus remipes aus den obersilurischen Schichten der Insel Oesel, in: Archiv f. Naturgeschichte Liv-, Est- und Kurlands.* 1. *Ser.* 2. *Band.* 1859.

H. Woodward. *A monograph of British fossil Crustacea belonging to the order Mesostomata. Palaeontographical Society. Part I—V.* 1866—1878.

Arbeiten von Huxley, Salter, Woodward, Baily, Schmidt u. s. w.

Xiphosura.

Alph. Milne-Edwards. *Recherches sur l'anatomie des Limules, in: Ann. Sciences naturelles.* 5° *serie. t. XVII. Paris* 1873.

A. J. Packard. *The anatomy, histology and embryology of Limulus polyphemus, in: Mém. Boston Society Natural History. Boston* 1880.

E. Ray Lankester. *Limulus an Arachnid, in: Quart. Journal Micr. Science vol.* 21. *London* 1881.

J. S. Kingsley. *Notes on the embryology of Limulus: Quart. Journ. Microsc. Science. vol.* 25. *London* 1885.

Abhandlungen von J. van der Hoeven, Gegenbaur, Packard, Dohrn, R. Owen, Gulland u. s. w.

II. Anhang zur Klasse der Krebse.

Die Pantopoden (Pycnogoniden).

Der Körperstamm ist im Vergleich zu den langen und schlanken Gliedmaassen äusserst reducirt und zerfällt in drei Abschnitte, Schnabel, Rumpf und Hinterleib. Der Schnabel ist eine Abgliederung des vordersten Rumpfsegmentes. An seiner Spitze liegt der von drei Lippen umstellte Mund, und in seinem Innern birgt er den grössten Theil des Vorderdarmes (Reusenapparat). Er besteht aus drei sich der Länge nach aneinander legenden Stücken, einem oberen medianen und zwei unteren seitlichen. Der Rumpf besteht aus 6 Segmenten, von denen aber immer die drei vorderen miteinander verschmolzen sind, und zeigt seitliche Ausstülpungen oder Fortsätze, an deren Spitze die Rumpfgliedmaassen eingelenkt sind. Der Hinterleib ist ungegliedert, kurz, stummelförmig, gliedmaassenlos.

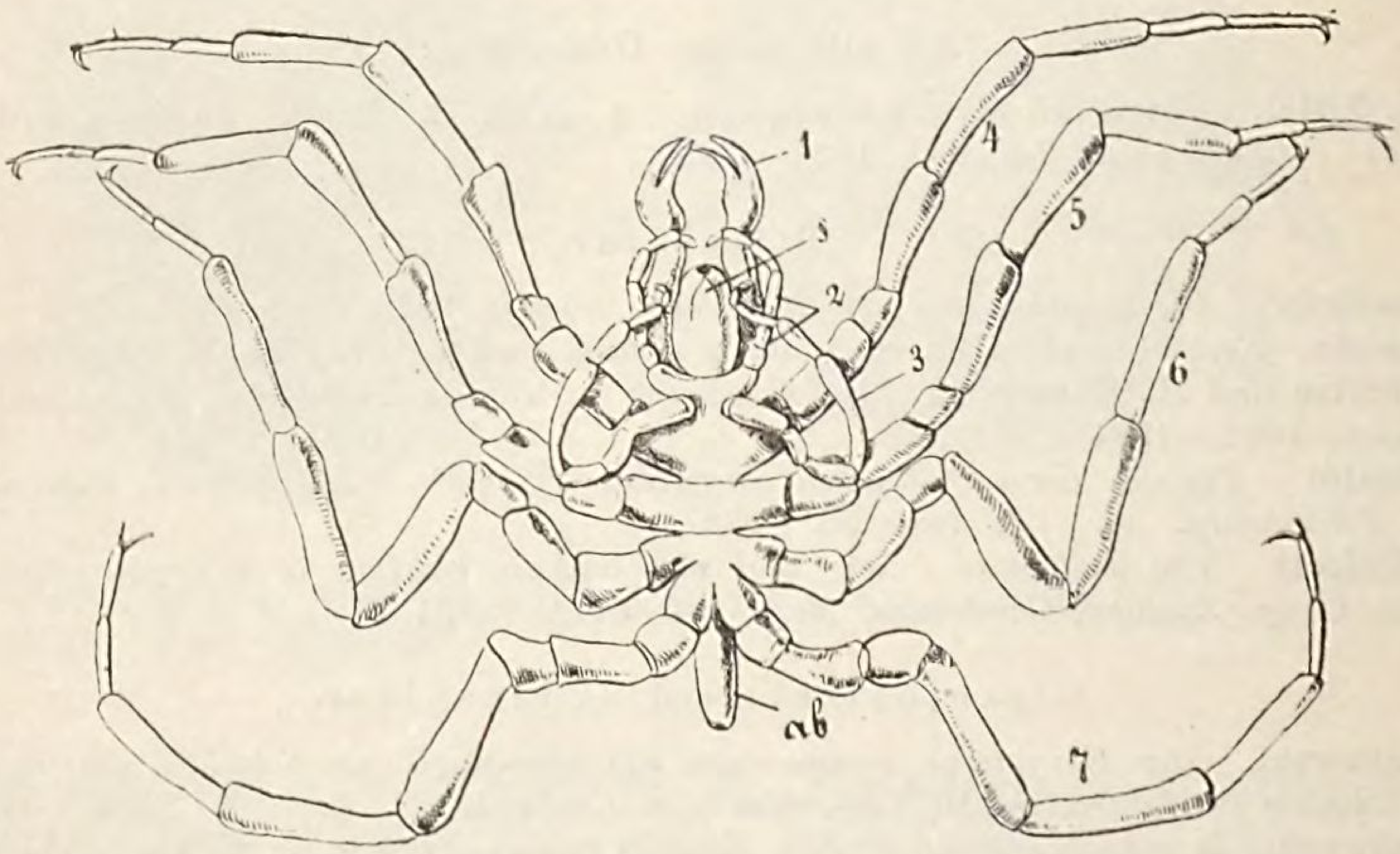


Fig. 289. **Nymphon hispidum**, Männchen, Bauchseite. (Nach einer Figur von HOEK.) Die Borsten sind weggelassen. 1—7 Gliedmaassen (1 Chelicer, 3 Eierträger), *s* Schnabel, *ab* Abdomen.

Extremitäten. Typisch kommen 7 Paar Extremitäten vor. Die erste Extremität (Cheliceren) (I) wird vom Gehirn aus innervirt, endigt bei jungen Thieren mit einer Scheere, ist bei den erwachsenen aber häufig verkümmert oder fehlt ganz. Die folgenden Extremitäten (II—VII) werden von den Ganglien des Bauchmarkes innervirt, und zwar Extremität II und III vom vordersten Bauchganglion, das bei der Larve aus zwei getrennten Ganglien besteht. Das 2. Extremitätenpaar ist gewöhnlich kürzer als die folgenden und kann bei mehreren Gattungen fehlen. Das 3. Extremitätenpaar ist bei den Männchen aller Pantopoden entwickelt und fungirt bei diesen als Eierträger. Bei mehreren Gattungen fehlt es im weiblichen Geschlecht. Die Extremitäten IV—VII fehlen

nie, sind neungliedrig, endigen mit Krallen und sind im Vergleich zum Körperstamm ausserordentlich lang, was dem ganzen Körper einen spinnenartigen Habitus verleiht. Sämmtliche Extremitäten bestehen aus nur einer Reihe von Gliedern.

Das Nervensystem besteht bei den erwachsenen Thieren aus oberem Schlundganglion, Schlundcommissur und Bauchmark. Letzteres weist 4 oder 5 Paar Ganglien auf, von welchen die Nerven für Extremität II—VII entspringen, und endigt hinten mit einem oder 2 reducirten Ganglienpaaren, von denen das letzte die Nerven an das Abdomen abgiebt. Da das vorderste Ganglion des Bauchmarkes aus 2 oder 3 bei der Larve distinkten Ganglienpaaren besteht, so wäre die complete Zahl der Ganglienpaare des Bauchmarkes 8, wovon 7 auf den Rumpf, 1 auf das Abdomen kommen. Demgemäss dürfte die Zahl der Rumpfsegmente und wohl auch der Gliedmaassenpaare ursprünglich 8 gewesen sein. Vom oberen Schlundganglion entspringen die Nerven für die Augen, diejenigen für das erste Gliedmaassenpaar und ein Theil der Schnabelnerven. Ein anderer Theil der Schnabelnerven wurzelt im vorderen Theile des ersten Bauchganglions. Im Schnabel findet sich ein complicirtes Nervensystem mit Ganglien.

Vier Augen, jedes mit cuticularer Linse und einer von Pigment umgebenen Retina, liegen auf einem Hügel auf der Rückseite des ersten Rumpfsegmentes.

Der Darmkanal lässt die 3 Abtheilungen: Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm, unterscheiden. Der Vorderdarm, im Schnabel gelegen, zeigt ein complicirtes inneres Gerüst und einen Reusenapparat. Der gestreckte Mitteldarm ist mit langen Blindsäcken versehen, welche in die Extremitäten I, IV, V, VI, VII hineinragen, bisweilen bis in deren Endglied.

Der After liegt am Ende des Hinterleibes.

Besondere Athmungsorgane fehlen.

Das Herz besitzt 2—3 Ostienpaare, seine dorsale Wand wird vom Rückenintegument gebildet.

Die Geschlechter sind getrennt.

Die Geschlechtsdrüsen sind paarige Schläuche, die sich zu Seiten und oberhalb des Darmes durch den Rumpf erstrecken und hinter dem Herzen durch ein unpaares Stück verbunden sind. Sie geben Nebenschläuche in die Extremitäten IV—VII ab, an deren zweitem Gliede sie nach aussen münden. Doch fehlen im männlichen Geschlecht die Geschlechtsöffnungen an Extremität IV und meist auch an Extremität V. Bei Pycnogonum und Rhynchothorax findet sich jederseits im weiblichen Geschlecht nur eine Oeffnung, nämlich an Extremität VII. Bei den Männchen finden sich im vierten Gliede der Extremitäten IV—VII Kittdrüsen (Coxaldrüsen?), deren Sekret die aus den weiblichen Geschlechtsöffnungen austretenden Eier zu dem Eierballen verkittet, welchen die Männchen an den zu Eierträgern umgestalteten Extremitäten des 3. Paares herumtragen.

Als Exkretionsorgane gedeutete Drüsen finden sich in Extremität II und III, wo sie am 4. oder 5. Gliede ausmünden.

Ontogenie. Die meisten Pycnogoniden durchlaufen eine mehr oder weniger complicirte Metamorphose. Die jüngste ungegliederte Larve trägt 3 Extremitätenpaare, welche den Extremitäten I, II und III des erwachsenen Thieres entsprechen. Extremität I endigt mit einer Klaue.

Mit der Naupliuslarve der Krebse zeigt diese Larve, trotz der Dreizahl der Extremitätenpaare, keine nähere Uebereinstimmung, und auch die Extremitäten selbst zeigen, da sie alle nur aus einer Reihe von Gliedern bestehen, nicht die Charaktere der Naupliusgliedmaassen. Die Weiterentwickelung erfolgt durch Auftreten neuer Segmente am hintern Körperende und Differenzirung derselben und ihrer Extremitäten in der Richtung von vorn nach hinten. Die Darmblindsäcke ragen anfänglich nicht in die Extremitäten hinein.

Offenbar ist in der ausserordentlichen Reduktion des Rumpfes und in der starken Längenentwickelung der Gliedmaassen das bedingende Moment für den Eintritt von Darmblindsäcken und Seitenschläuchen der Geschlechtsdrüsen in das Innere der Gliedmaassen zu suchen.

Die Pantopoden scheinen innerhalb der Arthropoden eine ganz isolirte Stellung einzunehmen. Bei dem Mangel einer typischen Nauplius- oder Zoëalarve fehlt die Berechtigung, sie in die Nähe der Krebse zu stellen, und auch zu andern Arthropodenklassen lassen sich keine sicheren Beziehungen nachweisen. Manche Forscher halten die Pantopoden für Verwandte der Spinnen, indem sie für die Gliedmaassen folgende Homologien aufstellen. Extremität I = Cheliceren oder Kieferfühler; Extremität II + die paarigen Stücke des Schnabels = Unterkiefer- und Kiefertaster; Extremität III—VI = 4 Beinpaare der Spinnen. Extremität VII fehlt den erwachsenen Spinnen; doch wird darauf hingewiesen, dass bei einigen Arachniden an den Abdominalsegmenten vorübergehend während der Embryonalentwickelung Anlagen paariger Extremitäten auftreten. — Dem gegenüber ist zu bemerken, dass die Zugehörigkeit der zwei paarigen Schnabelstücke der Pantopoden zu der Extremität II und die Homologie der beiden Theile zusammengenommen mit Unterkiefer- nebst Kiefertaster der Arachnoiden durchaus nicht erwiesen ist. Die innere Organisation und die Entwickelung liefert wenig Anhaltspunkte für eine Vergleichung der Pantopoden speciell mit Arachnoiden, da den Mitteldarmblindsäcken wohl kaum eine grosse morphologische Bedeutung zukommt.

Die Pantopoden leben ausschliesslich im Meere. Nymphon, Pallene, Phoxichilidium, Ammothea, Pycnogonum. Collossendeis gigas ist eine Riesenform in grossen Meerestiefen. Die längste Extremität wird bis 30 cm lang, während der ganze Stamm nur 8 cm Länge erreicht.

Wichtigste Litteratur.

Anton Dohrn. *Die Pantopoden des Golfes von Neapel. Eine Monographie in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel.* 3. *Band.* 1881.

P. P. C. Hoek. *Report on the Pycnogonida, in: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology vol. III.* 1881. *Uebersetzung des allgem. Theils in: Arch. Zool. expérimentale. vol.* 9. 1882.

In diesen Werken die weitern Litteraturangaben.

VI. KAPITEL.

Der Arthropoden zweiter Theil. Von der Organisation und Entwickelung der luftathmenden Gliederfüssler (Tracheata).

Systematischer Ueberblick.

I. Klasse. **Protracheata (Onychophora).**

Körper wurmförmig. Ein Paar praeorale Fühler am Kopfende. In der Mundhöhle ein Paar hornige Kiefer, zu Seiten des Mundes Oralpapillen (Schleimpapillen). Zahlreiche kurze, fast stummelförmige Beinpaare. Athmen durch Röhrentracheen, deren äussere Oeffnungen über den ganzen Körper zerstreut sind. Mit zahlreichen, segmental angeordneten Nephridienpaaren. Mit Coxaldrüsen an den Beinen. Herz ein gestrecktes Rückengefäss mit zahlreichen Ostienpaaren.

II. Klasse. **Antennata (Myriapoda et Hexapoda).**

Ein Paar praeorale Fühler, 3 Paar Mundgliedmaassen. Rumpf entweder homonom gegliedert und dann mit zahlreichen gegliederten Beinpaaren, oder heteronom gegliedert und dann sind die Gliedmaassen auf die drei Segmente der vorderen Rumpfregion, der Brust, beschränkt, während die hintere Region, der Hinterleib, gliedmaassenlos ist. Ueberall ist der Kopf von dem Rumpf deutlich abgesetzt. Athmen durch Röhrentracheen, deren äussere Oeffnungen (Stigmen) segmental angeordnet sind. Das Herz ist bei den homonom gegliederten Myriapoden ein langgestrecktes, mit vielen segmental angeordneten Ostienpaaren versehenes Rückengefäss, welches den Rumpf der Länge nach durchzieht; bei den Hexapoden ist es auf das Abdomen beschränkt.

III. Klasse. **Chelicerota sive Arachnoidea.**

Keine den Fühlern der Antennaten und Protracheaten vergleichbaren, praeoral angelegten Gliedmaassen. Mehrere vordere Leibessegmente (7 inclusive Kopflappen) sind zu einer als Kopfbrust (Cephalothorax) bezeichneten ungegliederten Region verschmolzen, welche 6 Paar Extremitäten trägt, von denen das vorderste vor den Mund gerückt ist. Die beiden vordersten Paare sind als Mundgliedmaassen entwickelt und werden das erste als Kieferfühler (Cheliceren), das zweite als Kiefertaster (Pedipalpen) bezeichnet. Die 3 übrigen Extremitätenpaare sind gegliederte, meist lange Beine. Abdomen gegliedert oder ungegliedert oder mit der Brust ver-

schmolzen, ohne ausgebildete Gliedmaassen. Athmen entweder ausschliesslich durch Fächertracheen, oder gleichzeitig durch Fächertracheen und Röhrentracheen oder ausschliesslich durch Röhrentracheen. Zahl der Stigmen beschränkt, höchstens 4 Paare. Die Stigmen liegen fast immer am Abdomen. Herz auf das Abdomen beschränkt, selten fehlend.

I. Klasse. **Die Protracheaten (Onychophoren).**

Die genauere Kenntniss der Organisation der einzigen zu dieser Abtheilung gehörenden Gattung Peripatus ist deshalb von der grössten Wichtigkeit, weil Peripatus unzweideutige Annelidencharaktere mit unzweideutigen Tracheatencharakteren vereinigt. Von allen lebenden Arthropoden dürfte Peripatus noch am meisten die ursprüngliche Organisation der Vorfahren der Tracheaten beibehalten haben.

Fig. 290.

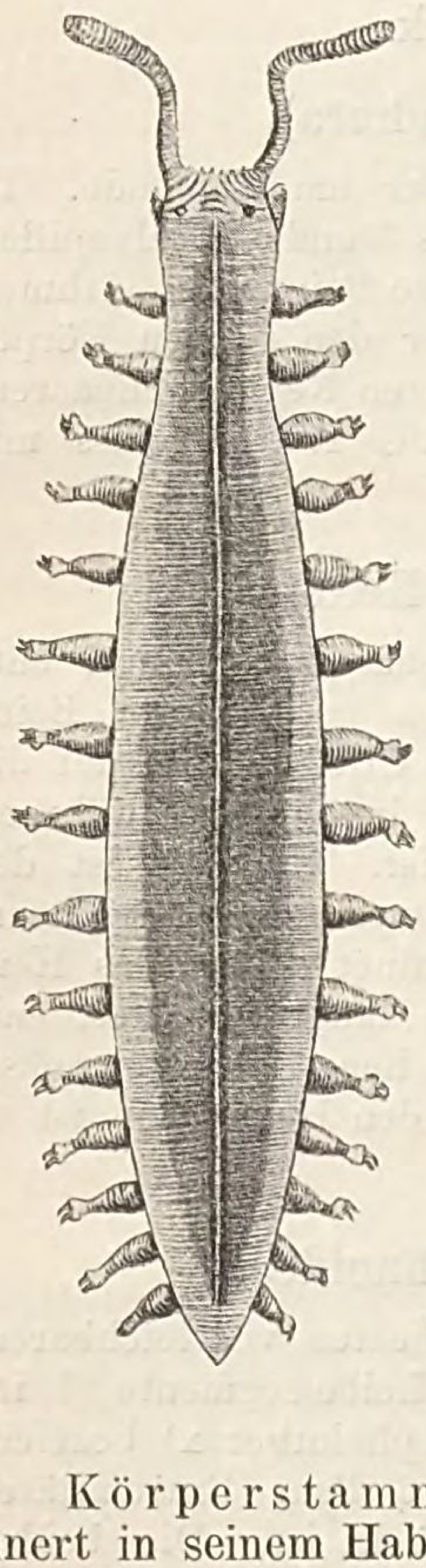


Fig. 291.

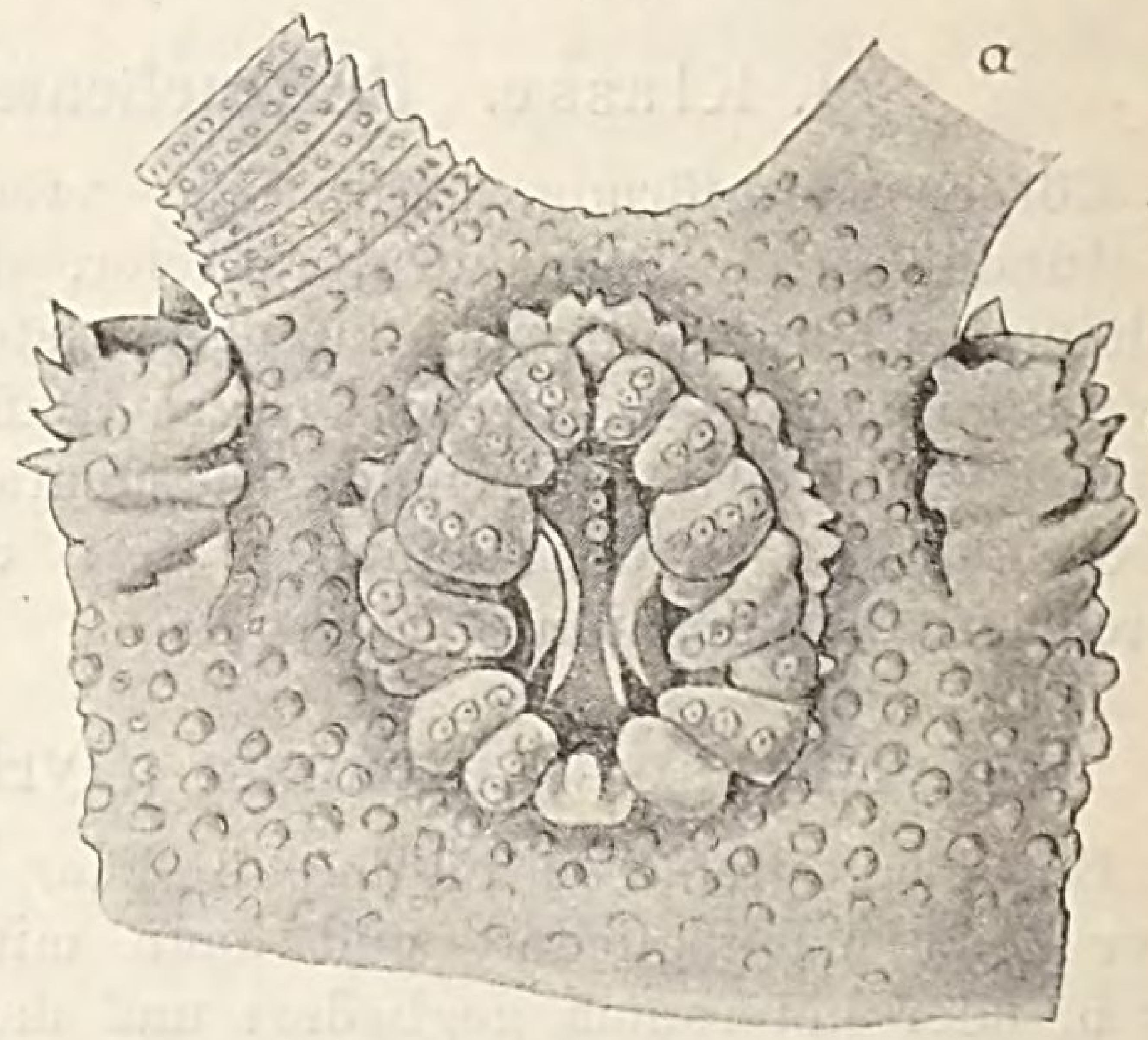


Fig. 290. **Peripatus Novae Zealandiae** (nach SEDGWICK).

Fig. 291. **Peripatus Edwardsii**, Kopf von der Unterseite. *a* Basaltheile der Antennen, *op* Oralpapillen. Man sieht die den Eingang zur Mundhöhle umstellenden Papillen und in der Mundhöhle die Kiefer. (Nach SEDGWICK.)

Körperstamm. Der weichhäutige Körper ist gestreckt und erinnert in seinem Habitus auffallend an gewisse Anneliden, z. B. Hesione. Der Körperstamm ist leicht dorso-ventral abgeplattet, mit gewölbter Rückenseite und ziemlich flacher Bauchseite. Die Haut ist quergeringelt. Eine Segmentirung wird äusserlich am Körper nur durch die Fussstummel angedeutet. Der Kopf erscheint vom Rumpfe ziemlich deutlich

abgesetzt. Ueber den ganzen Körper zerstreut finden sich warzenförmige Papillen, von denen jede an ihrer Spitze einen hohlen Stachel trägt. Am Kopfe liegt jederseits auf dem Rücken ein Auge, auf der Bauchseite der mediane Mund. Der After liegt terminal am hinteren Körperende.

Extremitäten. Das Kopfende trägt dorsalwärts zwei geringelte, ziemlich schlanke Antennen. In der Mundhöhle liegt jederseits ein sichelförmiger Kiefer, der aus zwei an ihrer inneren scharfen Kante bezahnten Chitinplatten besteht. Rechts und links vom Munde erhebt sich ein kurzer, geringelter, mit Papillen besetzter Fortsatz, den man als Mundpapille oder Schleimpapille bezeichnet. Der Rumpf trägt eine bei den ver-

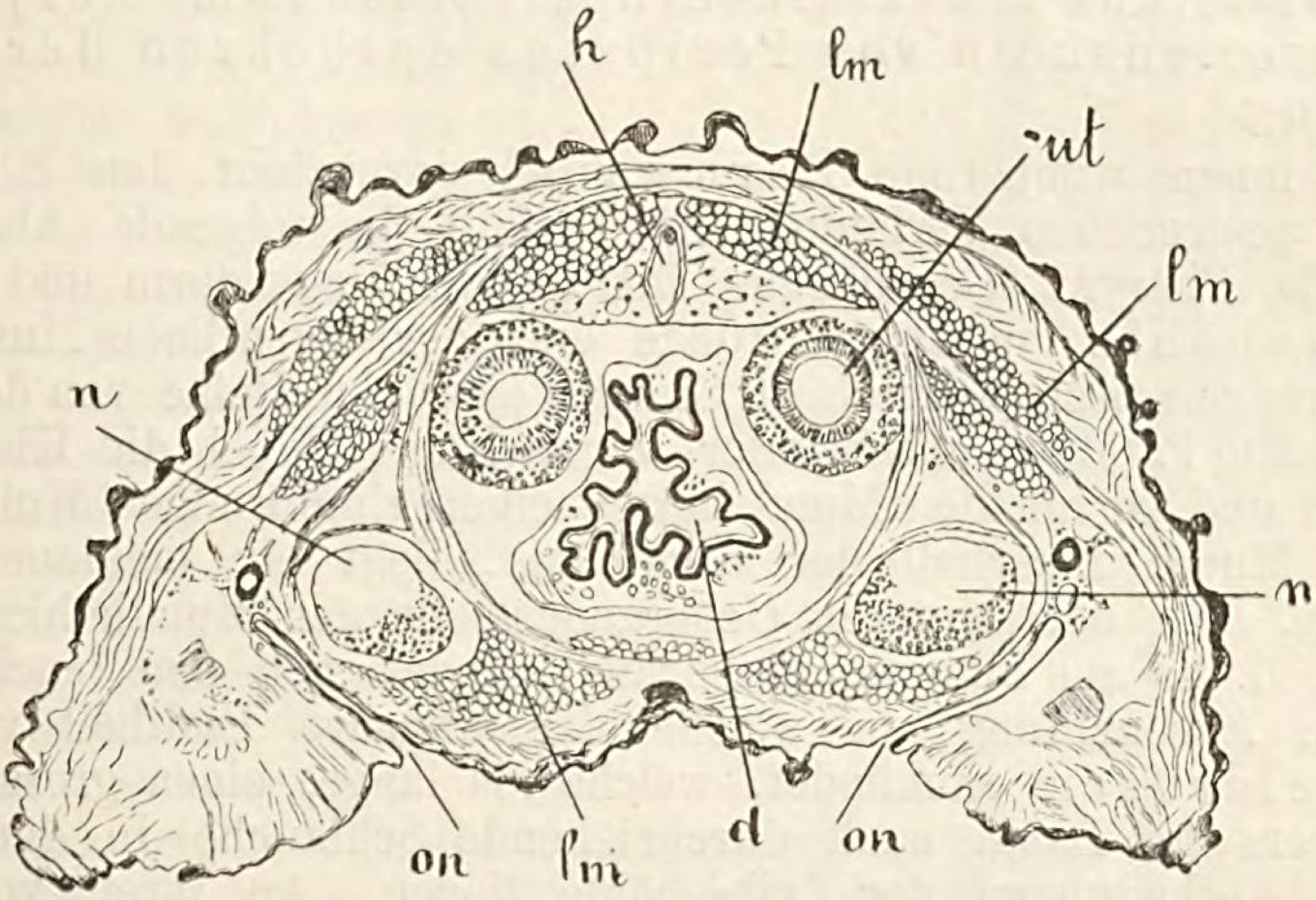


Fig. 292. **Querschnitt durch das drittletzte Körpersegment eines weiblichen Peripatus Edwardsii** (nach GAFFRON). *n* Längsstämme des Nervensystems, *h* Herz (contractiles Rückengefäss), *lm* Längsmuskeln, *ut* Uterus, *d* Darm, *on* äussere Oeffnungen der Nephridien.

schiedenen Arten verschiedene (14—42) Anzahl von gleichartigen Extremitätenpaaren. Diese Extremitäten sitzen dem Körperstamm seitlich da auf, wo die gewölbte Rückenseite in die flache Bauchseite umbiegt. Jede Extremität ist stummelförmig, mit Querreihen von Papillen besetzt, welche ihr ein geringeltes Aussehen verleihen, und zerfällt in zwei Theile, ein grösseres proximales, conisches Bein und einen viel kleineren, schmächtigen, distalen Fuss, der an seinem Ende 2 Chitinkrallen trägt.

Haut. Das Körperepithel (Hypodermis) ist aussen von einer zarten Chitincuticula bedeckt. Die Stacheln auf den Papillen und Haken an den Füssen gehören ebenfalls zu den von der Hypodermis ausgeschiedenen Cuticularbildungen. Unter der Hypodermis liegt eine eigenthümliche, aus in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fasern gebildete Subepithelialschicht.

Musculatur (Fig. 292). Peripatus besitzt einen stark entwickelten Hautmuskelschlauch, der von aussen nach innen aus folgenden Schichten besteht: 1) eine Ringfaserschicht, 2) eine doppelte Schicht sich kreuzender Diagonalfasern, 3) eine mächtige Längsfaserschicht, die aus verschiedenen Bündeln besteht,

deren Anordnung auf dem Querschnitt des Körpers die Figur 292 erläutert. Zu diesen Schichten kommen noch zahlreiche sagittale oder transversale Muskelfasern hinzu, welche den dorsoventralen oder transversalen Muskelfasern der Annulaten entsprechen. Ein Theil dieser Fasern verläuft so durch die Leibeshöhle, dass dieselbe in eine mediane und zwei seitliche Abtheilungen getrennt wird, von denen die erstere das Herz, den Darm, die Geschlechtsorgane, die letzteren die Längsstämme des Nervensystems und die Segmentalorgane bergen. Die Musculatur der Extremitäten wird vorzugsweise von der Diagonalfaserschicht und von der Sagittalmusculatur geliefert. Besondere Muskeln dienen zur Bewegung der Fusskrallen, der Kiefer u. s. w.

Sämmtliche Muskelfasern mit Ausnahme derjenigen der Kiefermuskeln von Peripatus entbehren der Querstreifung.

Der innen wimpernde Darmkanal durchzieht den Körper in ziemlich gestrecktem Verlaufe. Er zerfällt in folgende Abschnitte: Mundhöhle, Pharynx, Oesophagus, Mittel- oder Magendarm und Rectum. Die Mundhöhle, in deren Grunde erst der eigentliche Mund liegt, kommt ontogenetisch dadurch zu Stande, dass eine Reihe von den Mund umstellenden Papillen miteinander verwachsen, dabei die Kiefer einschliessen und so um den Mund herum einen ringförmigen Wall bilden. Vor dem Mund, innerhalb der Mundhöhle, liegt ein medianer Wulst, die Zunge. An der hinteren Uebergangsstelle der Mundhöhle in den Pharynx, d. h. am hinteren Mundrand, findet sich eine nach hinten gerichtete Ausbuchtung, in welche der unpaare Endtheil von zwei Speicheldrüsen einmündet, welche als lange, einen grossen Theil des Körpers der Länge nach durchziehende Schläuche in den beiden seitlichen Abtheilungen der Leibeshöhle liegen. An ihrem vordersten Ende, nahe der Umbiegung gegen den gemeinsamen Endabschnitt zu, besitzt jede Speicheldrüse einen blindsackartigen, blasenförmigen Anhang. Der Pharynx, der bis in die Gegend zwischen dem ersten und 2. Beinpaar reicht, besitzt eine sehr dicke Muskelwand, sein Lumen ist auf dem Querschnitt Y-förmig. Der Oesophagus ist kurz. Seine aus einer äusseren Längs- und inneren Ringmuskellage bestehende Muskelwandung ist viel dünner als am Pharynx. Der Magendarm erstreckt sich von der Gegend des 2. Beinpaares bis gegen das hinterste Körperende. Seine Wand ist gefaltet, die Muskelschicht (äussere Ring-, innere Längsmuskeln) äusserst dünn. Nirgends ist er durch Mesenterien an der Leibeswand befestigt. Das vom Mitteldarm deut-

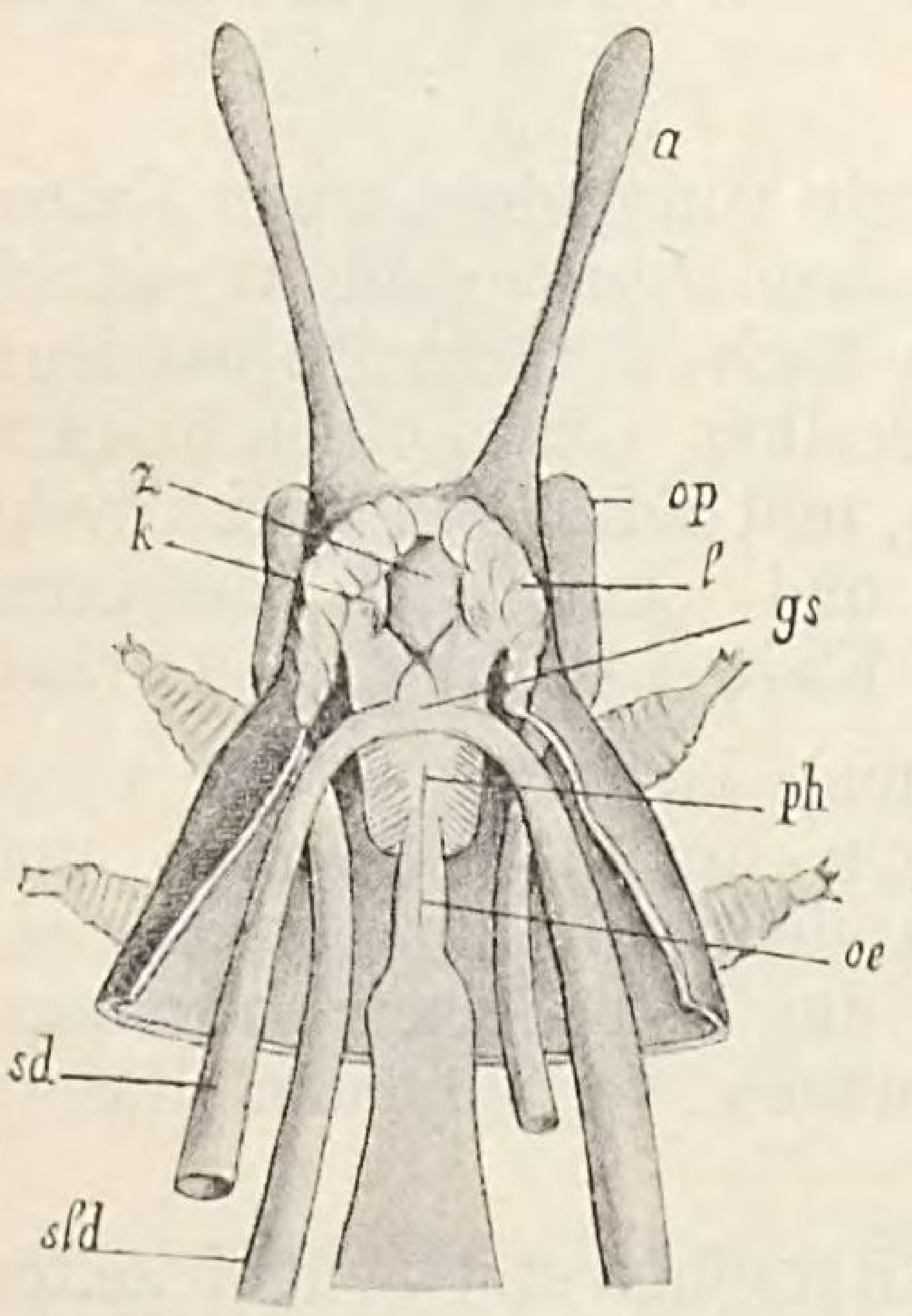


Fig. 293. **Vorderes Körperende von Peripatus capensis,** von der Bauchseite, geöffnet (nach Balfour). *a* Antenne, *z* Zunge, *k* Kiefer, *sd* Speicheldrüse, *gs* gemeinsames Endstück der beiden Speicheldrüsen, *ph* Pharynx, *oe* Oesophagus, *l* die Mundhöhle umstellende Lippenpapillen, *op* Oral- oder Schleimpapillen.

lich abgesetzte Rectum ist beträchtlich enger, mit ziemlich gut entwickelter Muskelwand.

Ein Endothel (Peritonealepithel) überzieht die äussere Muskelwand des Darmkanals und die übrigen in der Leibeshöhle liegenden oder sie begrenzenden Organe.

Das Nervensystem (Fig. 294) von Peripatus besteht aus einem grossen vor und über dem Pharynx im Kopfe gelegenen Gehirn (oberen Schlundganglion) und zwei von demselben ausgehenden ventralen Längsnervenstämmen, welche, weit von einander entfernt, in den seitlichen Abtheilungen der Leibeshöhle den Körper bis zu seinem hinteren Ende durchziehen und durch zahlreiche Quercommissuren mit einander verbunden sind, von denen auf jedes (einem Extremitätenpaar entsprechende) Körpersegment eine grössere Anzahl (9—10 bei Peripatus capensis) kommt. Die Längsstämme zeigen segmentale, den Extremitäten entsprechende, aber nur schwache Anschwellungen und sind mit einem continuirlichen Ganglienzellbelag versehen. Am hintersten Leibesende gehen sie über dem Rectum in einander über. An dem Verbindungsstück fehlt der Ganglienzellbelag. In regelmässigen Abständen, den Quercommissuren ziemlich entsprechend, gehen zahlreiche Nerven seitlich von den Längsstämmen in deren ganzem Verlauf ab. Jede Extremität wird von zwei solchen Seitennerven versorgt. Die Nerven für die Kiefer gehen von der Stelle ab, wo die Längsstämme

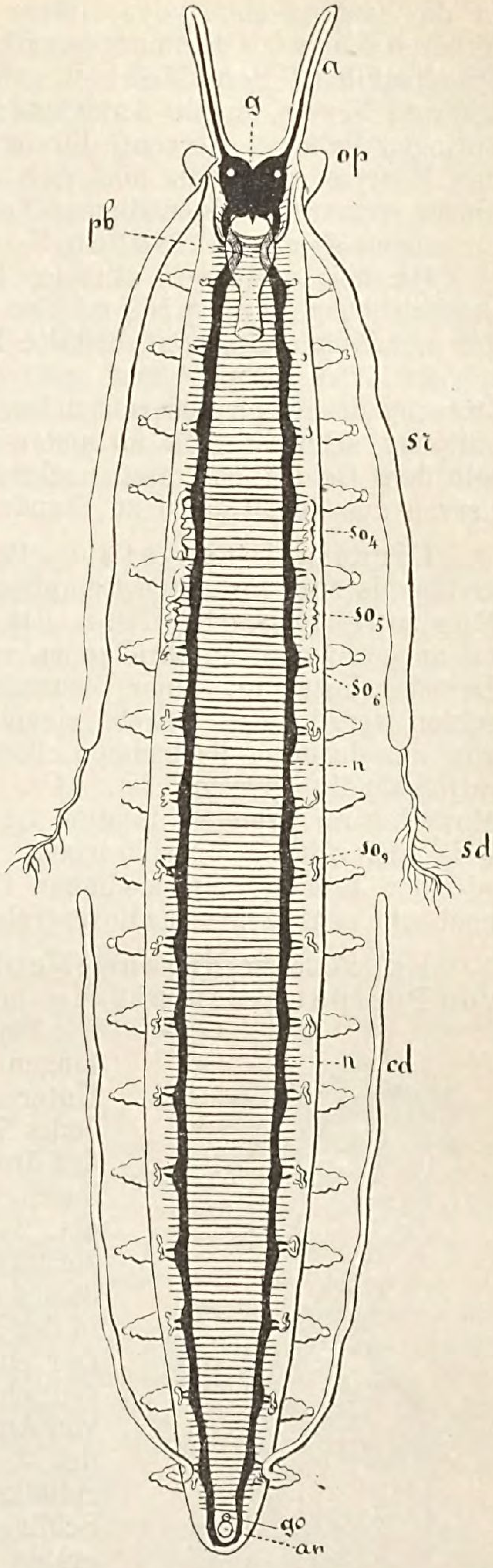


Fig. 294. **Anatomie von Peripatus capensis** (nach BALFOUR). Der Darmkanal ist hinter dem Pharynx abgeschnitten und entfernt. *g* Gehirn, *a* Antenne, *op* Oral- oder Schleimpapille, *sd* Schleimdrüse, *sr* deren zugleich als Ausführungsgang dienendes Schleimreservoir, so_4, so_5, so_6, so_9 Nephridien, und zwar des 4., 5., 6. und 9. Paares, *cd* verlängerte Coxaldrüse des letzten Fusspaares, *go* Geschlechtsöffnung, *an* After, *ph* Pharynx, *n* Längsstamm des Nervensystems.

in das Gehirn einmünden, etwas weiter hinten (wenn man will, am hinteren Ende der Schlundcommissur) entspringen die Nerven für die Mundpapillen. Vom Gehirn gehen, abgesehen von kleinen Nerven, kräftige Nerven an die Antennen ab. Aus seinem unteren Theile entspringen ferner 2 Nerven, die in die Zunge und in die dorsale Wand des Pharynx verlaufen und sich am Anfangstheil des Oesophagus zu einem unpaaren dorsomedianen Nerven vereinigen. Wir haben es hier mit einem sympathischen Nervensystem zu thun.

Die beiden Augen stimmen in ihrem Bau ziemlich mit dem p. 230 beschriebenen Alciopidenauge der Chaetopoden überein. Doch fehlt der mit Augenflüssigkeit erfüllte Raum zwischen Linse und Stäbchenschicht. Das Peripatusauge geht ontogenetisch aus einer hohlen Einstülpung des Kopfectoderms neben der Gehirnanlage hervor. Die Einstülpung schliesst sich ab und wird zur Augenblase. Die Verbindung mit dem Gehirn soll erst nachträglich durch Hervorwachsen des Sehnerven aus dem Gehirn zu Stande kommen.

Circulationssystem. Peripatus besitzt ein den Körper vom ersten bis zum vorletzten Rumpfsegment durchziehendes contractiles Rückengefäss oder Herz, das mit paarigen und regelmässig segmental angeordneten, durch Klappen verschliessbaren Ostien ausgestattet ist. Dasselbe liegt, auf seiner Ventralseite in ein dem Fettkörper der Insekten verglichenes Gewebe eingebettet, in einem Pericardialsinus, der von der darunter liegenden Leibeshöhle durch ein horizontales Septum unvollständig getrennt ist. Das aus Endothel und querverlaufenden Muskelfasern gebildete Septum ist nämlich zu beiden Seiten der Mittellinie gitterförmig durchbrochen. An der dorsalen Herzwand verläuft, wie bei Juliden, ein medianer Längsnerv. (Ausser dem Herzen soll noch ein sehr feines medioventrales Längsgefäss vorkommen.)

Exkretionsorgane (Nephridien). Jedes Rumpfsegment von Peripatus ist mit einem Nephridienpaar ausgestattet. Die Nephridien liegen in den seitlichen Abtheilungen der Leibeshöhle und münden an der Unterseite der Extremitäten nahe deren Basis. Jedes Nephridium (Fig. 295) besteht aus folgenden drei Theilen: 1) einer Endblase, welche durch die äussere Oeffnung nach aussen mündet, 2) einem schlingenförmig auf sich selbst zurückgebogenen Nephridialkanal, der 3) mit einem nach der Leibeshöhle zu offenen, in der Nähe der Endblase gelegenen Trichter endigt. Die Nephridien zeigen also den typischen Bau und die typische Anordnung von Annulatennephridien. An den Nephridien des 4. und 5. Rumpfsegmentes ist der Nephridialkanal bedeutend länger und in viele Schlingen gelegt. Die Nephridien der drei ersten Rumpfsegmente sind viel kleiner als die übrigen, ihr Nephridialkanal ist kurz und bildet keine Schlinge. Die Nephridien fehlen

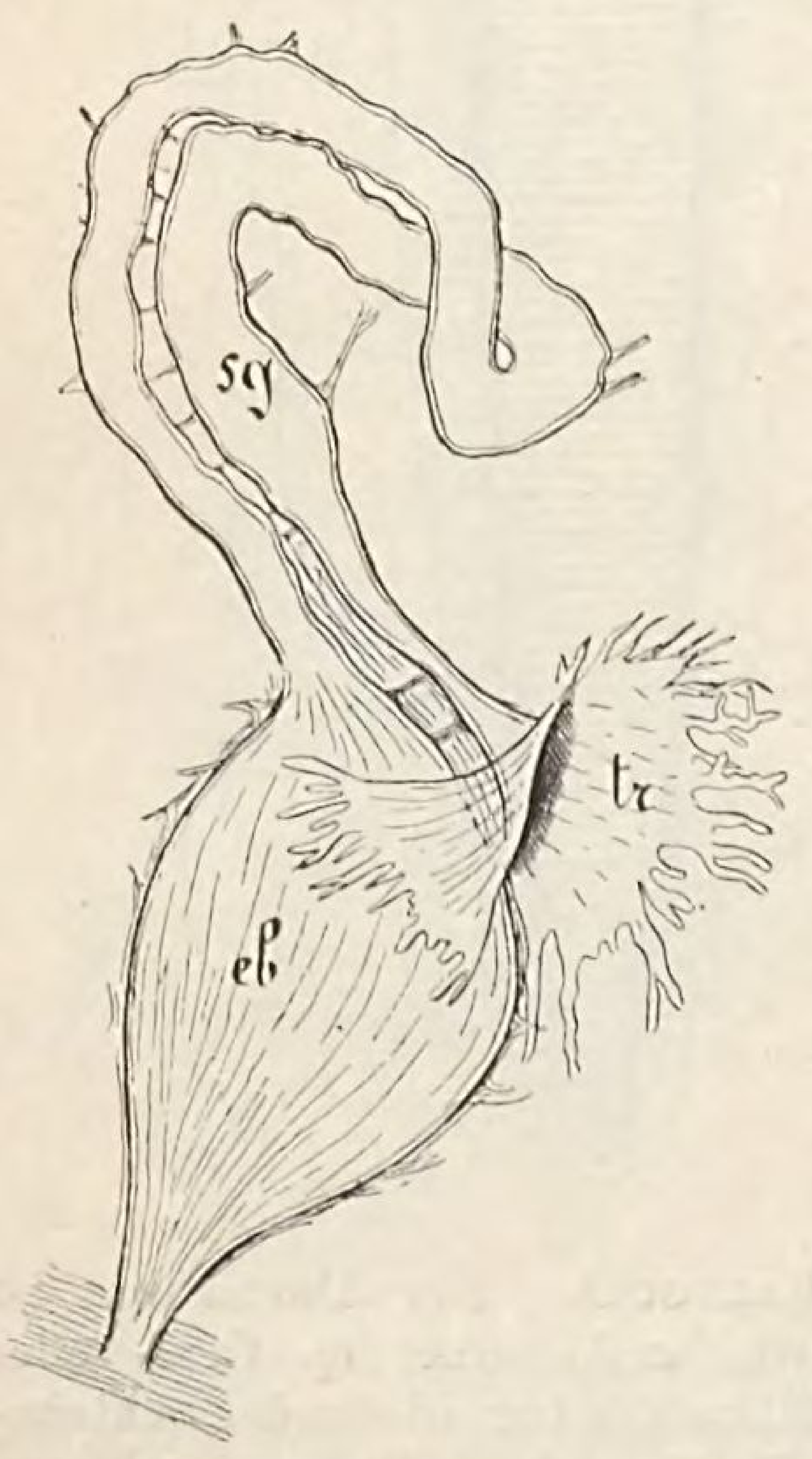


Fig. 295. Ein Nephridium von Peripatus Edwardsii (nach Gaffron). *tr* Trichter, *sg* Schleifenkanal oder Nephridialgang, *eb* Endblase des Nephridiums.

scheinbar je nach den Arten im vorletzten oder drittletzten (letzten oder vorletzten beintragenden) Rumpfsegment, doch ist der Nachweis geliefert, dass die hier ausmündenden Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane umgewandelte Nephridien sind. Umgewandelte Nephridien sind ferner zwei sogenannte Analdrüsen, welche im letzten Körpersegmente (dem extremitätenlosen Aftersegment) in der Nähe des Afters ausmünden. Sie fehlen dem Weibchen im erwachsenen Zustande, treten aber im Verlaufe der Entwicklung vorübergehend auf. Aeusserst wichtig ist ferner der ontogenetisch gelieferte Nachweis, dass die Speicheldrüsen die umgewandelten Nephridien des in den Kopf einbezogenen Segmentes der Oralpapillen sind. Als auf den ectodermalen Theil reducirte Nephridien des Kiefersegmentes werden 2 blind endigende Kanäle gedeutet, welche in der Nähe der Kieferbasis in die Mundhöhle sich öffnen.

Athmungsorgane. Von grösster Wichtigkeit ist die Thatsache, dass Peripatus jene für die Tracheaten charakteristischen und nur bei diesen vorkommenden Athmungsorgane besitzt, die man als Tracheen oder Luftröhren bezeichnet. Diese bestehen bei Peripatus aus ausserordentlich langen, weit im Körper verbreiteten, nicht verästelten, sehr feinen und dünnen, mit Luft erfüllten Chitinröhrchen, die büschelweise vereinigt am Grunde flaschenförmiger Einsenkungen der Haut ausmünden. Die äussere Oeffnung einer solchen Einsenkung kann man, wie bei den Tracheaten, als Stigma bezeichnen. Bei Perip. Edwardsii sind die Stigmata in grosser Anzahl völlig unregelmässig auf die ganze Körperoberfläche vertheilt. Bei Perip. capensis hingegen scheint wenigstens ein Theil der Stigmata eine bestimmte Anordnung zu zeigen indem jederseits auf der Rücken- und auf der Bauchseite eine doppelte Längsreihe von Stigmata vorhanden ist. Die Zahl der Stigmata in einer Längsreihe ist aber beträchtlich grösser als die der Beinpaare.

Schenkeldrüsen (Coxaldrüsen) und Schleimdrüsen. Bei Peripatus capensis finden sich in beiden Geschlechtern paarige Drüsen, welche auf der Unterseite der Extremitäten ausmünden und nur am ersten Rumpffusspaar fehlen. Jede solche Coxaldrüse besteht aus einem in der seitlichen Abtheilung der Leibeshöhle liegenden Sack und einem Ausführungsgang. Die Coxaldrüsen des letzten Fusspaares sind beim Männchen ausserordentlich verlängert und erstrecken sich weit nach vorn bis gegen die Körpermitte (Fig. 294 *cd*). Bei Peripatus Edwardsii kommen Schenkeldrüsen nur dem Männchen zu. Sie finden sich bei dieser Art nicht an allen Segmenten, sondern nur an einer Anzahl vor den Genitalsegmenten liegender Segmente. Auf jeden Fuss kommen eine, zwei oder drei Schenkeldrüsen.

Als specifisch umgeformte Schenkeldrüsen sind 2 mächtig entwickelte, büschelförmig verästelte Schleimdrüsen (Fig. 294 *sd*) zu betrachten, die in der Leibeshöhle von Peripatus weit nach hinten reichen und mit ihrem Ausführungsgang nach vorn ziehen, um an der Spitze der Oralpapillen auszumünden.

Werden die Thiere gereizt, so entleeren diese Drüsen mit Vehemenz ein aus einem Gewirre zäher Fäden bestehendes Secret.

Geschlechtsorgane. Die Geschlechter sind getrennt. Ich will den Bau der am besten bekannten Geschlechtsorgane von Peripatus Edwardsii schildern. Diejenigen anderer Arten scheinen in manchen Punkten abweichend gestaltet zu sein. 1. Weiblicher Geschlechtsapparat (Fig. 296). Dieser ist im Allgemeinen paarig. Doch sind die 2 Seitenhälften an 2 Stellen mit einander verbunden, nämlich erstens zwischen den Ovarien und den Uteri und zweitens am unpaaren nach aussen führenden Endabschnitt (Vagina). Die beiden Ovarien sind in eine gemeinsame bindegewebige Hülle eingebettet und durch ein aus 2 Muskeln bestehendes Ligament median am Pericardialseptum

Fig. 296.

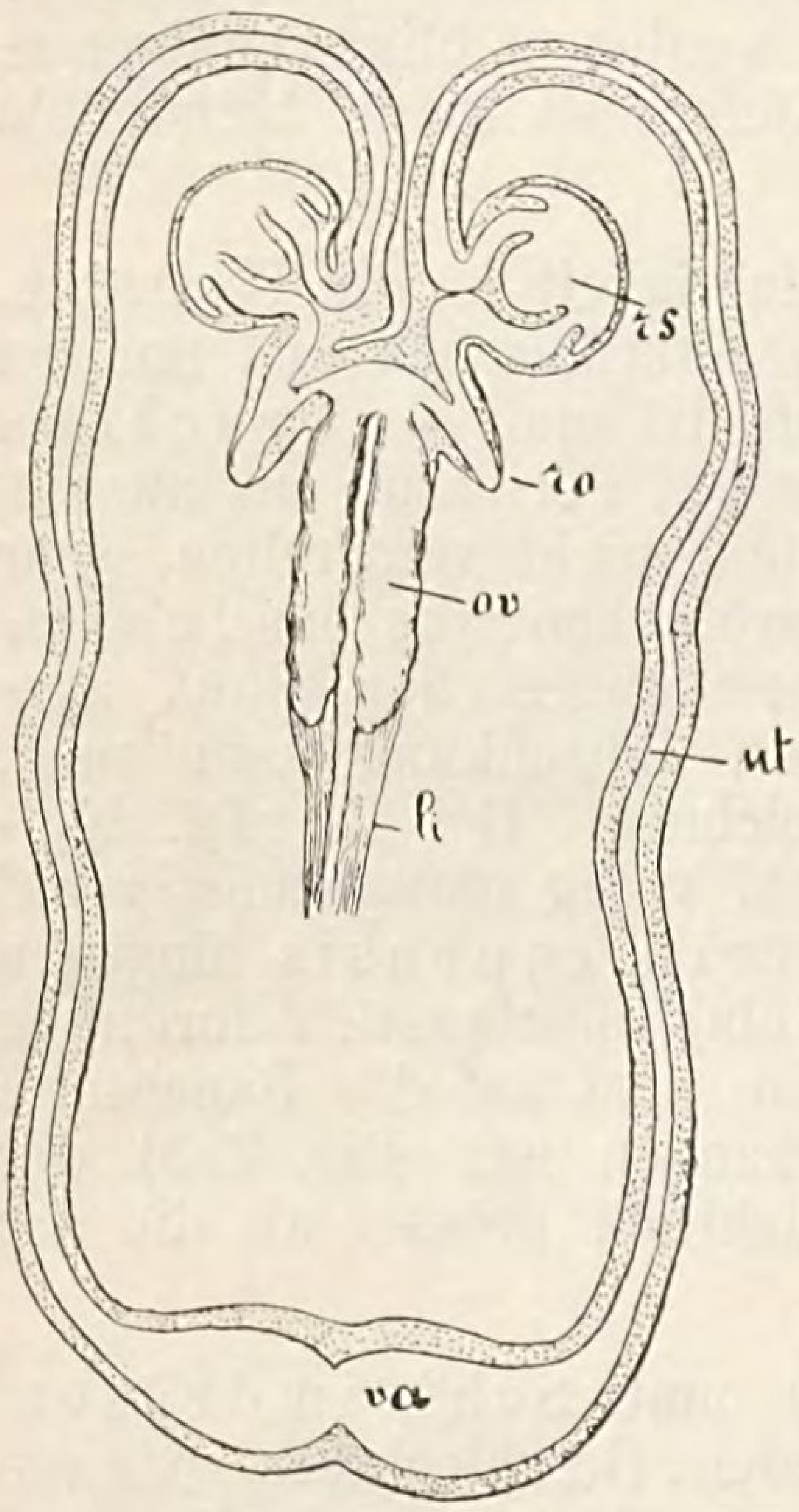


Fig. 297.

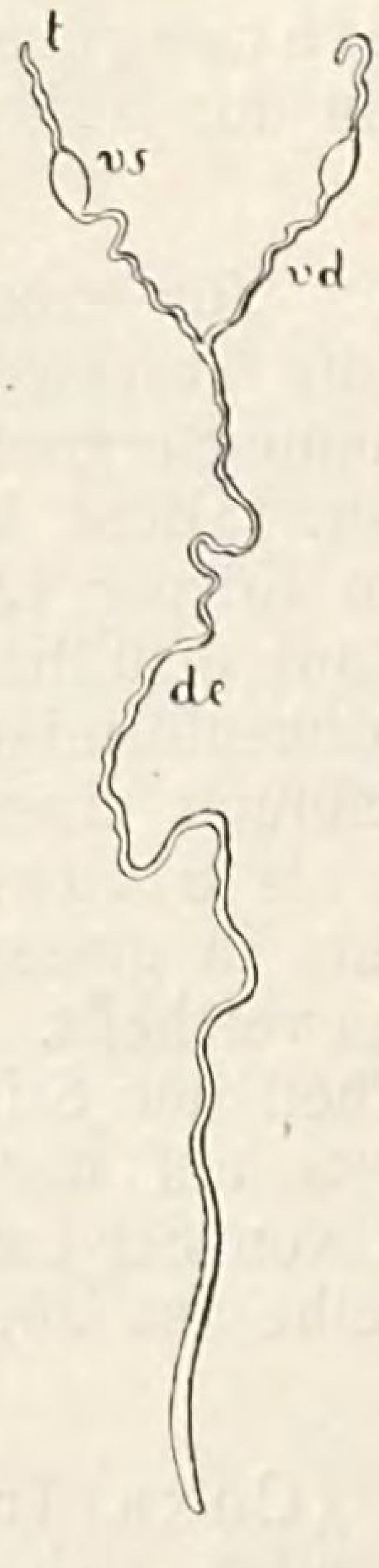


Fig. 296. **Weibliche Geschlechtsorgane eines ältern Embryo von Peripatus Edwardsii** (nach Gaffron). *li* Ovarialligament, *ov* Ovarium, *ro* Trichtertheil des Receptaculum ovorum, *rs* Receptaculum seminis, *ut* Uterus, *va* Vagina.

Fig. 297. **Männlicher Geschlechtsapparat eines erwachsenen Peripatus Edwardsii**, ausgebreitet (nach Gaffron). *t* Hode, *vs* Samenblase, *vd* Vas deferens, *dc* Ductus ejaculatorius.

aufgehängt. Sie liegen im hinteren Theil der Leibeshöhle. Sie setzen sich in die beiden Uteri fort, die nahe den Ovarien durch einen unpaaren Theil verbunden, unter verschiedenartigen Windungen den Darm umgreifend, zuerst nach vorn, dann nach aussen und schliesslich nach hinten und medianwärts verlaufen, wo sie in die unpaare Vagina einmünden, deren äussere Oeffnung ventral zwischen dem vorletzten Beinpaare liegt. Jeder Uterus besitzt in seinem dem Ovarium zunächst gelegenen Theile zwei Anhänge, erstens ein Receptaculum seminis und zweitens ein Receptaculum ovorum. Das erstere ist eine Tasche, die vermittelst zweier sich an ihrer Mündung vereinigender Kanäle in den Uterus einmündet.

Diese eigenthümliche Verbindungsweise des Receptaculum seminis mit dem Uterus wird durch die Entwickelungsgeschichte aufgeklärt. Das Receptaculum ist anfänglich nur eine U-förmige Schlinge des Uterus. Die beiden Schenkel der Schlinge legen sich später aneinander (Fig. 296, *rs*), verschmelzen an ihrem Ende mit einander und öffnen

sich in einander, indem die Scheidewand schwindet. So werden die Schenkel zu den zwei Verbindungskanälen, so wird das Uebergangsstück (der Bogen des U) zu der Tasche des Receptaculum seminis. Das Receptaculum ovorum, das in denjenigen Uterustheil einmündet, welcher zwischen Ovarium und Receptaculum seminis liegt, besteht aus einem Trichter, welcher an seinem Rande in einen blind geschlossenen, bindegewebigen, von befruchteten Eiern erfüllten Sack übergeht.

Peripatus ist lebendig gebährend. Die Eier entwickeln sich im Uterus, in welchem man alle Entwickelungstadien antrifft, die jüngsten zunächst dem Ovarium, die ältesten Embryonen zunächst der Vagina. Die jüngeren Embryonen sind in eigenthümlicher Weise mit der Uteruswand verbunden, bei den älteren ist diese placentaartige Verbindung aufgehoben, dagegen liegen sie in einem geschlossenen, von Uterusepithel gebildeten Sack. Die Lage der Embryonen im Uterus wird an demselben auch äusserlich durch Einschnürungen gekennzeichnet. Da die Embryonen sich im Uterus nicht verschieben können, so wird durch Wachsthum desselben an der dem Receptaculum seminis zunächst gelegenen Stelle immer neuer Raum für sich an seiner Wand festheftende Embryonen gebildet, während jeweilen die letzte Kammer des Uterus verkürzt und rückgebildet wird, nachdem der in ihr enthaltene Embryo in die Vagina übergetreten ist. Bei der wahrscheinlich nur einmaligen Begattung gelangt der Samen in das Receptaculum seminis. Die aus dem Ovarium in das Receptaculum ovorum gelangten Eier treten von da in den Uterus über.

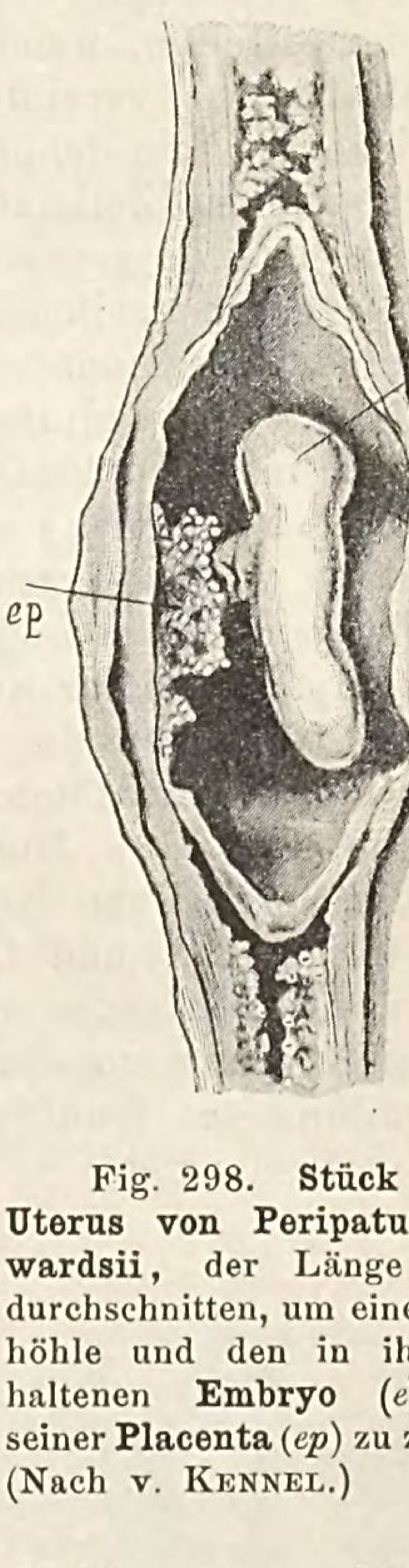


Fig. 298. **Stück eines Uterus von Peripatus Edwardsii**, der Länge nach durchschnitten, um eine Bruthöhle und den in ihr enthaltenen **Embryo** (*e*) mit seiner **Placenta** (*ep*) zu zeigen. (Nach v. Kennel.)

Bei anderen Peripatusarten kann das Receptaculum seminis oder das Receptaculum ovorum fehlen, und es setzen sich die von Haus aus mit mehr Nahrungsdotter ausgestatteten Embryonen nicht an der Uteruswand fest.

2. Männlicher Geschlechtsapparat (Fig. 297). Er ist mit Ausnahme des Endabschnittes, der an derselben Stelle, wie beim Weibchen die Vagina, nach aussen mündet, paarig. Jeder der beiden schlauchförmigen Hoden setzt sich durch ein kurzes, sich trichterförmig in ihn öffnendes Vas efferens in eine Samenblase fort. Aus dieser selbst entspringt wieder ein feines, knäuelartig verschlungenes Vas deferens, das mit seinem Gefährten vereinigt in den langen, geschlungenen Endabschnitt, den schlauchförmigen Ductus ejaculatorius, einmündet. Im proximalen Theile dieses letzteren wird um die enthaltene Spermatozoenmasse eine complicirt gebaute Hülle ausgeschieden, ein Spermatophor gebildet.

Ontogenie. Die Entwickelung von Peripatus Edwardsii complicirt sich erstens dadurch, dass die Embryonen sich an die Uteruswand festsetzen, welche beträchtliche Veränderungen erleidet und um jeden Embryo herum eine geschlossene Brutkammer bildet (Fig. 298). Es kommt

bei jedem Embryo zur Bildung eines Nabelstranges und einer Placenta, welche zur Ernährung des Embryo dienen, welcher am Nabelstrang frei in die Brutkammer hineinragt. Die vom Nabelstrang, einem Fortsatz der Rückseite des späteren Kopfes des Embryo, abgewendete Seite des letzteren wird zur Bauchseite. Um den Embryo herum wird eine von diesem selbst gelieferte, als Amnion bezeichnete Hülle gebildet, welche sich an die innere Oberfläche des Uterus anlegt. Mit zunehmendem Alter krümmt sich der Embryo innerhalb der Bruthöhle sehr stark. Sein Rumpf ist schliesslich eingerollt.

Bei Peripatus entwickeln und differenziren sich alle metamer oder segmental sich wiederholenden Körpertheile: Mesodermsegmente, Extremitäten, Nephridien, Nervensystem, Coxaldrüsen u. s. w., in der für die gegliederten Thiere im Allgemeinen charakteristischen Weise fortschreitend in der Richtung von vorn nach hinten.

Das Mesoderm differenzirt sich aus zwei ventralen, symmetrischen Mesodermstreifen, welche sich hinten in einer medianen Zone (am Rande des Blastoporus) vereinigen, in welcher sich während der ganzen Embryonalentwickelung ein lebhafter Wucherungsprocess abspielt. Ausserdem vermehrt sich das Zellmaterial der beiden Mesodermstreifen selbst durch fortgesetzte Theilungssprocesse. Von vorn nach hinten fortschreitend treten in dem Mesodermstreifen segmentale Höhlungen auf und zerfällt der letztere in Mesodermsegmente oder Mesodermblasen mit anfänglich einschichtiger Wandung. Die weitere Differenzierung dieser Mesodermblasen geschieht so, dass jede in drei Räume zerfällt, von denen der eine zum Trichter des Nephridiums wird (Fig. 300 A—C), während die beiden anderen als besondere wohl umgrenzte Räume verschwinden und das Zellmaterial ihrer Wandungen die mesodermalen Organe (Endothel, Muskeln, Bindegewebe) des Rumpfes und der Extremitäten liefert. Die Extremitäten entstehen als Ausstülpungen der Leibeswand. Das erste auf die Antennen folgende Paar von Extremitätenanlagen wird zu den Kiefern, das 2. zu den Oralpapillen (Fig. 299). Die ihnen entsprechenden beiden Segmente verschmelzen mit dem primitiven Kopfsegment zu dem späteren secundären Kopf.

Pharynx und Oesophagus vorn und Enddarm hinten bilden sich als Stomodaeum und Proctodaeum durch Einstülpungen des Ectoderms, die sich später in den entodermalen Mitteldarm öffnen. Durch eine Umwallung des Mundfeldes entsteht die Mundhöhle, in welche die Kiefer hineineingelangen.

Während die Coxaldrüsen (incl. Schleimdrüsen) dadurch, dass sie ausschliesslich aus Einstülpungen des Ectoderms hervorgehen, sich als reine Hautdrüsen dokumentiren, entstehen die Nephridien und die ihnen homologen Speicheldrüsen, Geschlechtsgänge und Analdrüsen aus doppelten Anlagen. Der Trichter geht, wie schon erwähnt, aus einem Theil einer Mesodermblase hervor und setzt sich erst nachträglich mit einer ectodermalen Einstülpung in Verbindung, welche die Endblase und, wie es scheint, auch den ganzen

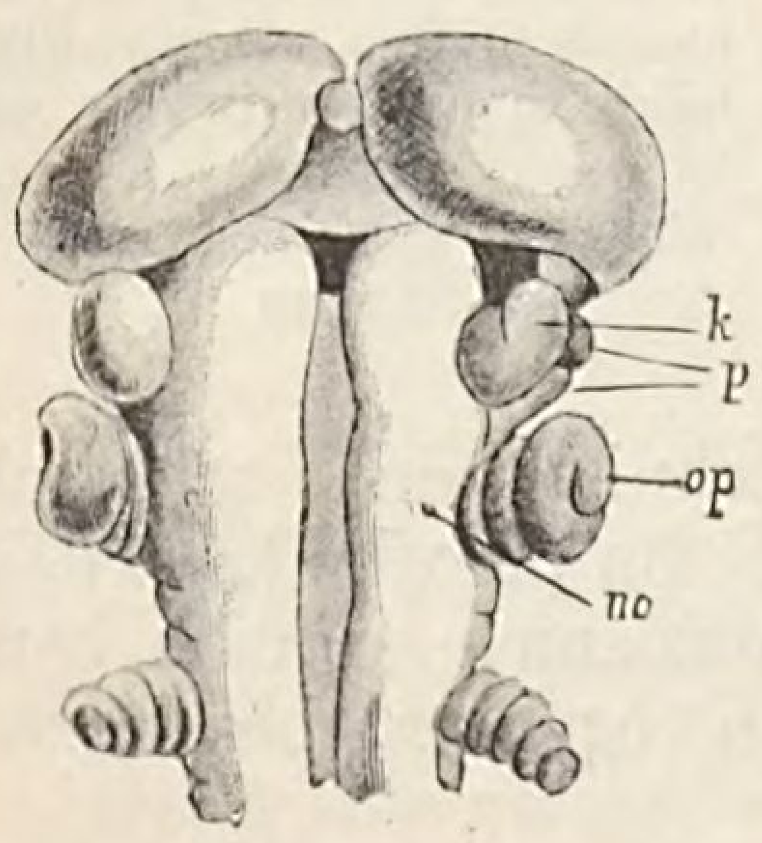


Fig. 299. **Embryo von Peripatus Edwardsii, mit beginnender Umwachsung der Kiefer.** Vorderes Körperende von der Bauchseite (nach v. KENNEL). *k* Kiefer, *p* Papillen, welche seitlich die Kiefer umfassen, *op* Oralpapillen, *no* Oeffnung des Nephridiums des Oralpapillensegmentes.

Nephridialgang liefert, mag derselbe noch so lang und geschlungen sein. Die Speicheldrüsen fungiren noch beim jungen ausgeschlüpften Thiere als Nephridien und besitzen dann noch einen gegen die Leibeshöhle zu offenen Trichter, der sich später schliesst, aber noch beim erwachsenen Thier als Anhangsblase

Fig. 300.

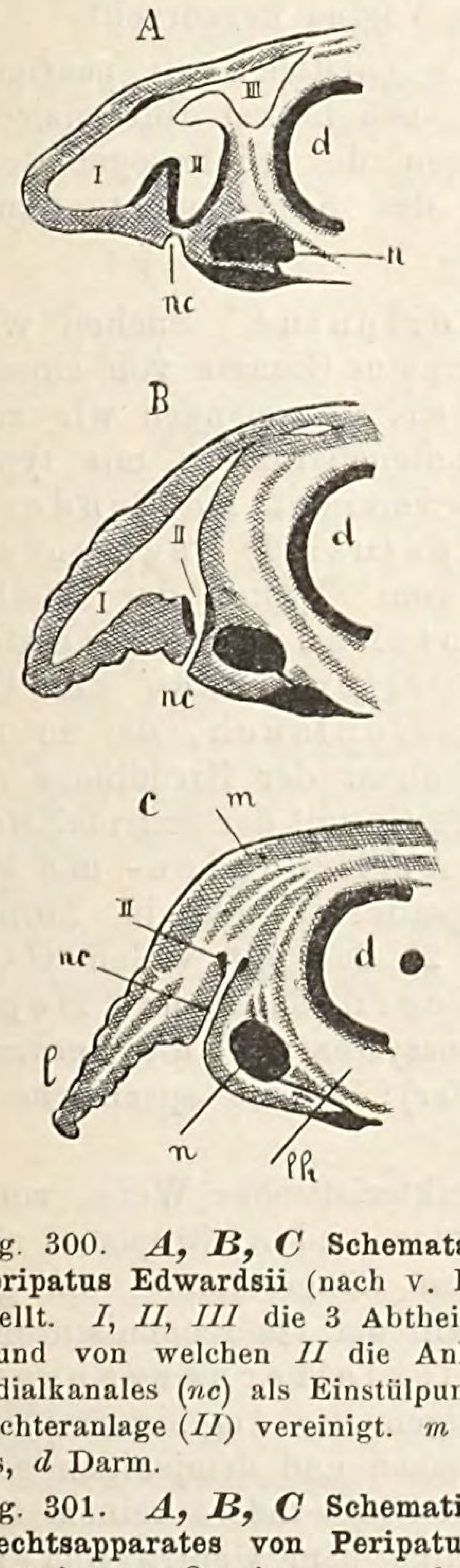


Fig. 301.

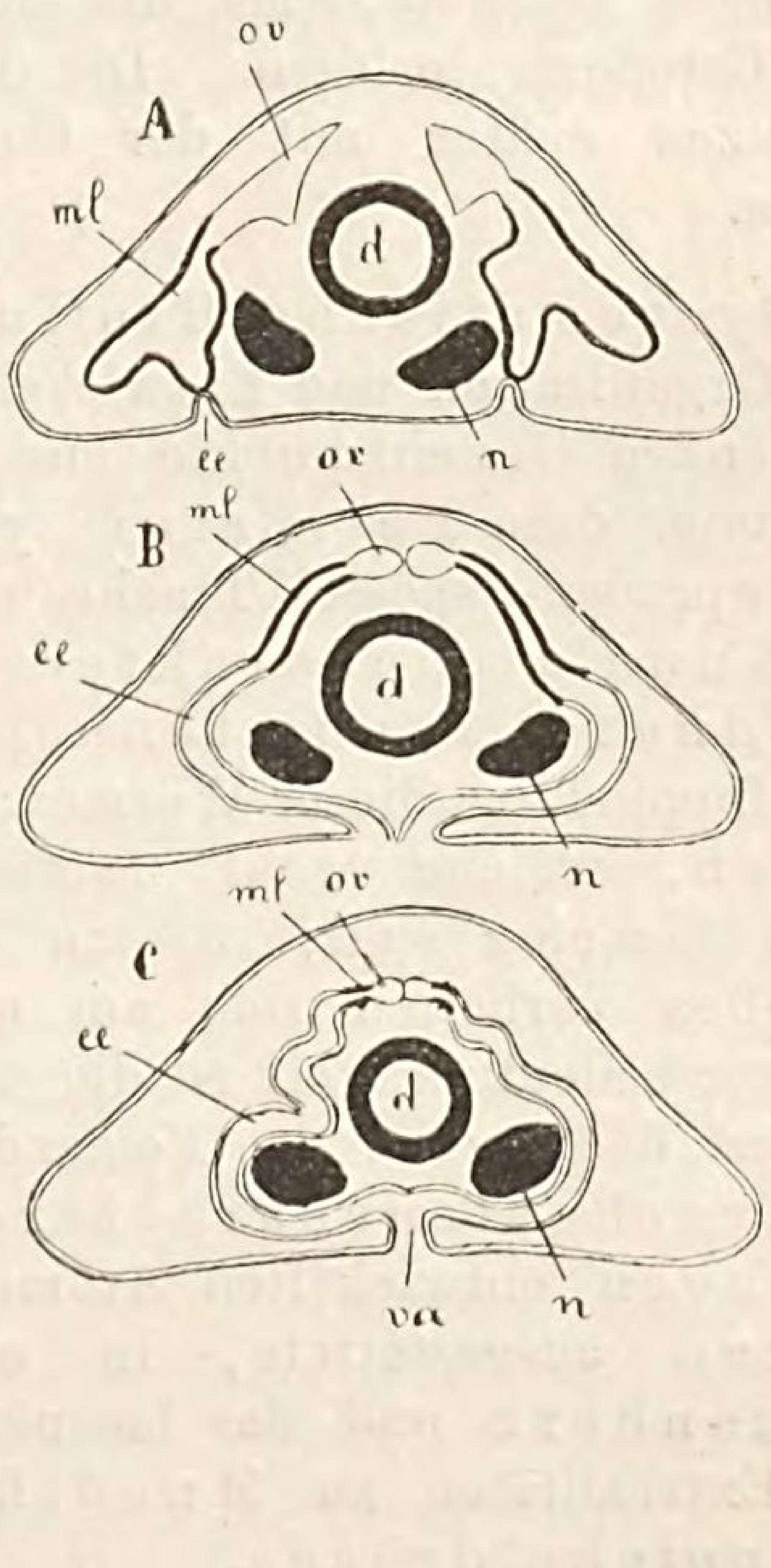


Fig. 300. ***A, B, C* Schemata zur Erläuterung der Entwickelung der Nephridien von Peripatus Edwardsii** (nach v. Kennel). Nur die eine Körperseite ist im Querschnitt dargestellt. *I, II, III* die 3 Abtheilungen, in welche jede Mesodermblase jederseits zerfällt, und von welchen *II* die Anlage des Trichters bildet. Bei ***A*** ist die Anlage des Nephridialkanales (*nc*) als Einstülpung des Ectoderms aufgetreten, bei ***B*** hat sie sich mit der Trichteranlage (*II*) vereinigt. *m* Mesoderm, *lh* Leibeshöhle, *n* Längsstämme des Nervensystems, *d* Darm.

Fig. 301. ***A, B, C* Schematische Darstellung der Entwickelung des weiblichen Geschlechtsapparates von Peripatus Edwardsii**, auf Querschnitten des Körpers (nach v. Kennel). *ov* Ovarium, aus dem medianen Theil der Mesodermblase hervorgehend; *ml* dem Trichter der Nephridien entsprechender Theil des weiblichen Geschlechtsapparates, aus welchem vornehmlich das Receptaculum ovorum und das Verbindungsstück der Uteri mit den Ovarien hervorgeht; *ee* paarige Ectodermeinstülpung, welche zum Uterus wird. Bei ***B*** haben sich beide Einstülpungen in der Mittellinie genähert, und bei ***C*** ist an dieser Stelle eine neue unpaare Ectodermeinstülpung (*va*) aufgetreten, welche die Anlage der Vagina darstellt. *d* Darm, *n* Längsstämme des Nervensystems.

fortbesteht. Ihr Nephridialgang wächst weit über den Trichter hinaus zur Bildung eines Blindschlauchs nach hinten. Ihre Mündungen nähern sich bei der Umwallung des Mundfeldes der Medianlinie und gelangen dabei an den Boden der Mundhöhle. Eine neue mediane Einstülpung der Haut

liefert sodann ihren unpaaren Ausführungsgang. Die Geschlechtsgänge stellen die Nephridien des vorletzten beintragenden Segmentes dar und entwickeln sich (Fig. 301) ganz wie diese. Anfänglich liegen ihre äusseren Mündungen von einander getrennt, seitlich. Später nähern sie sich der Mittellinie. Zu den dem Nephridialkanal der typischen Nephridien entsprechenden Uteri beim Weibchen, Vasa deferentia beim Männchen tritt eine neue mediane unpaare Einstülpung von aussen hinzu, aus welcher beim Männchen der Ductus ejaculatorius, beim Weibchen die Vagina hervorgeht.

Gehirn und Längsnervenstämme entstehen als paarige Verdickungen des Ectoderms, die sich von vorn nach hinten differenziren und vom Ectoderm loslösen. Die Ganglienanlagen des Kiefersegmentes verschmelzen später mit der Ganglienanlage des Kopfsegmentes zu dem Gehirn.

Systematische Stellung von Peripatus. Suchen wir das über Organisation und Entwickelung von Peripatus Gesagte von einem vergleichenden Gesichtspunkte aus zu verwerthen, so gelangen wir zu dem Resultate, dass Peripatus typische Annulatencharaktere mit typischen Arthroproden-, speciell Tracheatencharakteren vereinigt. Folgendes sind die Annulatencharaktere von Peripatus: 1) Segmental angeordnete Annulatennephridien vom Typus der bleibenden Rumpfnephridien dieser Würmer; 2) segmental angeordnete Coxaldrüsen, welche wohl zweifellos den Borstendrüsen der Chaetopoden homolog sind; 3) ein Hautmuskelschlauch, der in seinem speciellen Verhalten sich am meisten demjenigen der Hirudineen nähert. Weniger bedeutungsvoll ist die stummelförmige Gestalt der Extremitäten und der Bau des Auges. — Folgendes sind die Arthropoden- und speciell die Tracheatencharaktere von Peripatus: 1) die in Form von Tracheen entwickelten Athmungsorgane; 2) das mit vielen Ostienpaaren ausgestattete, in einem Pericardialsinus liegende Rückenherz und das lacunäre Circulationssystem; 3) die Umwandlung von Extremitäten zu Mundtheilen (Kiefer); 4) die specifische Form der Speicheldrüsen.

Das Nervensystem weicht in charakteristischer Weise von dem übereinstimmenden Nervensystem der Annulaten und Arthropoden ab, und zwar durch die seitliche Lage der ventralen Längsstämme, die geringe Ausbildung der Ganglien und die grosse Anzahl der Quercommissuren. Das Nervensystem von Peripatus ist ein Strickleiternervensystem, welches auffallende Aehnlichkeit mit demjenigen der Amphineuren, Placophoren und Zeugobranchiern unter den Mollusken und demjenigen gewisser Plathelminthen und Nemertinen zeigt. Es unterliegt indess keinem Zweifel, dass das Strickleiternervensystem von Peripatus dem Gehirn und Bauchmark der Annulaten und Arthropoden homolog ist. Seine specifisch abweichende Gestalt lässt sich in doppelter Weise auffassen: 1) Es ist das Strickleiternervensystem von Peripatus aus einem typischen Bauchmark durch Auseinanderweichen seiner symmetrischen Hälften und Vermehrung der Quercommissuren entstanden. 2) Das Strickleiternervensystem von Peripatus stellt dem Bauchmark der Annulaten gegenüber einen ursprünglichen Zustand dar. Letztere Auffassung erscheint uns plausibler, da wir der Ansicht huldigen, dass das Bauchmark der Annulaten selbst aus einem strickleiterförmigen Nervensystem durch Zusammenrücken der Längsstämme in der ventralen Mittellinie hervorgegangen ist. Peripatus wäre nach dieser Ansicht nur mit der typisch gegliederten Stammform der Annulaten

verwandt. Vielleicht ist die Thatsache nicht bedeutungslos, dass auch die Phyllopoden (die man unter allen lebenden Crustaceen für der Stammform dieser Klasse am nächsten stehend hält) ein strickleiterförmiges Nervensystem besitzen. Was die zahlreichen Quercommissuren anbetrifft, von denen viele auf ein Segment kommen, so dürfte dieses Verhalten indessen ein secundäres sein. Mehr als eine Quercommissur finden wir auch bei einigen Annulaten (hier wahrscheinlich auch als secundäres Verhalten) und wiederum bei Phyllopoden.

Die Tracheen von Peripatus sind möglicherweise als durch Anpassung an das Landleben umgewandelte Hautdrüsen zu betrachten, jenen oft ausserordentlich langen, meist einzelligen Hautdrüsen ähnlich, welche bei gewissen Hirudineen und vielen Turbellarien sich weit im Körperparenchym ausbreiten.

Von der grössten vergleichend-anatomischen Bedeutung ist der Nachweis, dass die Speicheldrüsen und Geschlechtsgänge umgewandelte Nephridien sind, und zwar mit Hinblick auf die morphologische Auffassung der nämlichen Organe bei den Tracheaten. Ebenso wichtig ist ferner die ziemlich sicher nachgewiesene Homologie der Schleimdrüsen und Coxaldrüsen von Peripatus und die Homologie dieser Hautdrüsen mit den Borstendrüsen der Annulaten, und zwar mit Hinblick auf ähnliche Drüsen bei Tracheaten.

Dass die Antennen, Kiefer und Oralpapillen von Peripatus den Antennen, Mandibeln und einem Maxillenpaar der Tracheaten entsprechen, lässt sich nicht sicher nachweisen.

Einzige Gattung: Peripatus. Lichtscheue Thiere, die sich am Lande an feuchten Orten, unter der Rinde alter Bäume, unter Steinen u. s. w. aufhalten. P. capensis. An den waldigen Abhängen des Tafelgebirges, Cap der guten Hoffnung. P. Edwardsii. Venezuela, verwandte Arten von Trinidad. P. Novae-Zealandiae.

Litteratur.

H. N. Moseley. *On the structure and development of Peripatus capensis, in: Philos. Transactions. vol CLXIV.* 1874 *und in: Proceed. Royal Society. No.* 153. 22. *Bd.* 1874.

F. M. Balfour. *The anatomy and Development of Peripatus capensis. Quart. Journ. Microsc. Science.* 23. *Band.* 1883.

J. Kennel. *Entwicklungsgeschichte von Peripatus Edwardsii und P. torquatus. I u. II, in: Arbeiten zool. Inst. Würzburg.* 7. *und* 8. *Band.* 1885 *u.* 1886.

E. Gaffron. *Beiträge zur Anatomie und Histologie von Peripatus, in: Zool. Beiträge von Schneider.* 1. *Band.* 1883. 1885.

A. Sedgwick. *A monograph of the development of Peripatus capensis, in: Studies from the Morphological Laboratory in the University of Cambridge. vol. IV. London* 1888. *Auch im Quart. Journal of Microsc. Science.*

In diesen Abhandlungen auch die übrige Litteratur.

II. Klasse. **Antennata.**

Systematische Uebersicht.

I. Unterklasse. **Myriapoda. Tausendfüssler.**

Gleichmässig (homonom) gegliederte Antennaten mit meist zahlreichen Rumpfsegmenten, welche alle mit Ausnahme des letzten mit Füssen ausgestattet sind. Ohne zusammengesetzte Augen. Mit zahlreichen Ocellen.

I. Ordnung. Symphyla.

Mit nicht mehr als 12 beintragenden Rumpfsegmenten. Ein Paar verästelte Tracheen, deren Stigmen am Kopfe liegen. Unpaare Geschlechtsöffnung am 4. Segment. Scolopendrella (Fig. 302, pag. 458).

II. Ordnung. Chilopoda.

Körper dorsoventral mehr oder weniger abgeplattet. Jeder Leibesring trägt nur ein Gliedmaassenpaar und entspricht einem Segmente. Die beiden Maxillenpaare gesondert. Das erste Rumpffusspaar als Kieferfuss an den Kopf gerückt mit Giftdrüse, welche an der Endklaue ausmündet. Unpaare Geschlechtsöffnung am vorletzten Körpersegment. Fam. Scutigeridae. Mit zusammengesetzten Augen. Rumpf besteht aus 15 beintragenden Segmenten. Scutigera. Fam. Lithobiidae. Rumpf besteht aus 15 beintragenden Segmenten. Keine zusammengesetzten Augen, sondern Ocellen. Lithobius (Fig. 324, pag. 478), Henicops. Fam. Scolopendridae. Mit 21 oder 23 beintragenden Rumpfsegmenten (das Kieferfusssegment nicht mitgerechnet). Körper langgestreckt. Scolopendra, Cryptops. Fam. Geophilidae. Körper sehr lang, mit 31—173 beintragenden Rumpfsegmenten. Geophilus, Himantarium.

III. Ordnung. Diplopoda (Chilognatha).

Körper meist gewölbt. Vom 5. Körpersegment an besitzt jeder Leibesring 2 Beinpaare, entspricht also einem Doppelsegment. Die beiden Maxillenpaare zu dem sogenannten Gnathochilarium verschmolzen. Ohne Kieferfüsse. Paarige Geschlechtsöffnung zwischen dem 2. und 3. Beinpaar. Die Beine des 7. Körperringes beim Männchen zu Copulationsorganen umgewandelt. Fam. Polyxenidae. 15 Fusspaare. Gnathochilarium rudimentär. Copulationsfüsse fehlen. Polyxenus. Fam. Glomeridae. 11—14 Rumpfringe. Glomeris. Fam. Polydesmidae. Ohne Augen. 19—20 Rumpfringe, 29—31 Fusspaare. Polydesmus, Brachydesmus. Fam. Chordeumidae. 30 Rumpfringe, 45—50 Fusspaare. Atractosoma, Craspedosoma, Chordeuma. Fam. Lysiopetalidae. Zahl der Ringe gross, unbestimmt. Lysiopetalum. Fam. Iulidae. 30—70 und mehr Ringe. Iulus. Fam. Polyzonidae. Gnathochilarium verkümmert. Zahl der Ringe inconstant 30—100 und mehr. Polyzonium.

IV. Ordnung. Pauropoda.

Fühler mit mehreren Geisseln. Nur ein Paar schwach entwickelter Maxillen. 10 Rumpfsegmente. 9 Beinpaare. Tracheen bis jetzt nicht aufgefunden. Geschlechtsöffnungen an der Basis des zweiten Beinpaares. Pauropus.

II. Unterklasse. **Hexapoda. Insecta.**

Ungleichmässig (heteronom) gegliederte Antennaten mit annähernd constanter Segmentzahl. Der Körperstamm zerfällt in Kopf, dreigliedrige Brust und zehngliedrigen Hinterleib. Jedes der drei Brustsegmente mit einem Fusspaar. Abdomen fusslos. Zusammengesetzte Augen fast immer vorhanden, daneben Ocellen. Mündung der Geschlechtsorgane immer am Ende des Hinterleibs.

I. Legion. Apterygota.

Ohne Flügel. Wenigstens bei den Thysanuren mit Rudimenten von Abdominalgliedmaassen. Ohne Metamorphose.

I. Ordnung. Thysanura.

Mit 10 Abdominalsegmenten und 2—3 gegliederten borstenförmigen Anhängen (Cerci) am Analsegment. Zusammengesetzte Augen und Ocellen können vorhanden sein oder fehlen. Machilis, Lepisma, Nicoletia, Campodea (Fig. 303, pag. 458), Iapyx.

II. Ordnung. Collembola. Springschwänze.

Mit 6 oder weniger Abdominalsegmenten. Fast immer eine Springgabel am Ende des Hinterleibs. Ohne zusammengesetzte Augen. Bisweilen mit Ocellen. Smynthurus, Podura, Isotoma, Macrotoma.

II. Legion. Pterygota.

Mit je einem Paar Flügel am 2. und 3. Thoracalsegment. Doch kommen ungeflügelte Formen vor, die aber von geflügelten Vorfahren abzuleiten sind.

I. Ordnung. Dermaptera (Forficulidae). Ohrwürmer.

Insekten mit allmählicher Verwandlung und mit beissenden Mundtheilen. Letztes Abdominalsegment mit ungegliederten Anhängen (Cerci), welche eine Zange bilden. Vorderflügel kurz, zu hornigen Flügeldecken umgewandelt. Hinterflügel gross, zarthäutig, fächerförmig, der Länge und Quere nach faltbar. Geschlechtsöffnungen getrennt oder einseitig rudimentär. Forficula, Labidura.

II. Ordnung. Orthoptera. Geradflügler.

Insekten mit allmählicher Verwandlung, mit beissenden Mundtheilen, mit 2 häutigen oder pergamentartigen, bisweilen fehlenden Flügelpaaren. Vorderflügel meist kürzer und fester chitinisirt als die Hinterflügel. Verschieden gestaltete Cerci am Hinterleib. Geschlechtsöffnung unpaar. Embidae, Blattidae (Schaben: Periplaneta, Blatta), Mantidae (Mantis, Gottesanbeterin), Phasmidae (Gespenstheuschrecken: Bacillus, Phasma, Phyllium), Saltatoria mit den Familien der Acridiidae (Feldheuschrecken: Acridium, Oedipoda, Mecostethus, Stenobothrus, Tettix u. s. w.), der Locustidae (Laubheuschrecken: Locusta, Thamnotrizon, Platycleis, Decticus) und der Gryllidae (Grabheuschrecken: Gryllus, Gryllotalpa, Myrmecophila).

III. Ordnung. Ephemeridea. Eintagsfliegen.

Insekten mit unvollkommener Verwandlung. Mundtheile ziemlich verkümmert, nach dem Typus der beissenden gebaut. Hinterflügel klein oder

fehlend, Vorderflügel gross, Flügel zarthäutig. Hinterleib mit 3 (selten 2) langen Cercis. Paarige, getrennt ausmündende Geschlechtsgänge. Larven apneustisch, thysanurenähnlich, mit Tracheenkiemen, mit beissenden Mundtheilen, leben im Wasser. Ephemera, Palingenia, Chloë.

IV. Ordnung. Odonata (Libellulidae). Wasserjungfern.

Insekten mit unvollkommener Verwandlung, mit beissenden Mundtheilen. Hinterleib mit 2 ungegliederten Analgriffeln. Beide Flügelpaare gross, reich netzartig geadert, glasartig. Beine am Thorax nach vorn gerückt. Larven im Wasser, mit verschiedenartigen Tracheenkiemen, apneustisch. Libellula, Aeschna, Calopteryx, Agrion u. s. w.

V. Ordnung. Plecoptera (Perlariae). Afterfrühlingsfliegen.

Insekten mit unvollkommener oder mit allmählicher Verwandlung, mit beissenden Mundtheilen. Hinterleib meist mit 2 langen Cercis. Beide Flügelpaare gross, weitmaschig geadert, das hintere Paar oft breiter als das vordere und theilweise faltbar. Larven thysanurenähnlich, mit Tracheenkiemen, apneustisch, leben im Wasser. Die Tracheenkiemen persistiren oft bei der Imago. Perla (Fig. 318, pag. 469), Nemura.

VI. Ordnung. Corrodentia.

Insekten ohne oder mit allmählicher Verwandlung, mit beissenden Mundtheilen. Flügel fehlen oft. Bei den Termiten sind sie zarthäutig und bei den Geschlechtsthieren hinfällig. Den Arbeitern fehlen sie. Einzelne Psociden und die Mallophagen sind flügellos. Den Mallophagen fehlen die zusammengesetzten Augen. Die Flügel der beflügelten Psociden sind glasig, grosszellig geadert, denen der Hymenopteren ähnlich. Jugendformen thysanurenähnlich. Termitidae (weisse Ameisen, staatenbildend: Termes, Calotermes), Psocidae (Holzläuse, Troctes, Bücherlaus, Psocus), Mallophaga (Pelzfresser, Parasiten: Trichodectes, Philopterus, Liotheum).

VII. Ordnung. Thysanoptera sive Physopoda. Blasenfüsse.

Insekten mit allmählicher Verwandlung, die Larvenformen der Imago sehr ähnlich. Das letzte Larvenstadium nimmt keine Nahrung zu sich. Mundtheile saugend. Die Klauen der kurzen Füsse mit dem Haftlappen des Tarsus zu einem ausstülpbaren Blasenapparat verwandelt. Flügel sehr schmal, mit reducirtem Adersystem, mit lang gefranstem Rande, oft fehlend oder rudimentär. Nur 3 oder 4 Stigmenpaare, wovon 1 oder 2 am Thorax, eins am 1. und eins am 8. Hinterleibsring. Nervensystem concentrirt. Thrips.

VIII. Ordnung. Rhynchota. Schnabelkerfe.

Insekten mit allmählicher Verwandlung (bei den Männchen der Cocciden vollkommene Verwandlung). Mundtheile bilden einen zum Stechen und Saugen eingerichteten Schnabel. Zusammengesetzte Augen fehlen den parasitischen Rhynchoten.

1. Unterordnung. Phytophthires. Pflanzenläuse.

Mit 2 häutigen Flügelpaaren, die bei den Weibchen meist fehlen. Die Cocciden haben nur Vorderflügel, indem die Hinterflügel zu Halteren umgewandelt sind. Fam. Psyllidae (Blattflöhe, 2 Flügelpaare, Vorderflügel pergamentartig: Psylla, Livia), Fam. Aphidae (Blattläuse, 2 häutige,

beim Weibchen meist fehlende Flügelpaare: Aphis, Chermes, Schizoneura, Phylloxera), Fam. Coccidae (Schildläuse: Coccus, Lecanium, Aspidiotus).

2. Unterordnung. Pediculidae (Aptera). Läuse.

Ohne Facettenaugen und ohne Flügel. Pediculus, Haematopinus, Phthirius.

3. Unterordnung. Heteroptera (Hemiptera). Wanzen.

4 Flügel (selten fehlend). Die vordern hornige Flügeldecken, jedoch an der Spitze häutig. Hinterflügel häutig. Geocores (Landwanzen: Hydrometra, Halobates, Pentatoma, Coreus, Corizus, Alydus, Pyrrhocoris, Lygaeus, Miris, Capsus, Acanthia [Bettwanze], Reduviis u. s. w.). Hydrocores (Wasserwanzen: Nepa, Ranatra, Naucoris, Corixa, Notonecta u. s. w.).

4. Unterordnung. Homoptera. Zirpen.

Vorder- und Hinterflügel gleichgestaltet, häutig, doch sind die Vorderflügel immer etwas härter. Cicada, Fulgora, Pseudophana, Centrotus, Aphrophora, Tettigonia, Ledra u. s. w.

IX. Ordnung. Neuroptera. Netzflügler.

Insekten mit vollkommener Verwandlung und beissenden Mundtheilen. 2 Paar häutige, dicht netzförmig geaderte, glasige Flügel. Fam. Megaloptera: Myrmeleon, Mantispa, Hemerobius, Chrysopa. Fam. Sialidae. Larven meist im Wasser, mit Tracheenkiemen. Sialis, Corydalis, Raphidia.

X. Ordnung. Panorpata. Schnabelfliegen.

Insekten mit vollkommener Verwandlung und beissenden Mundtheilen. 2 Paar häutige, schmale, weitmaschig geaderte Flügel. Larven raupenförmig. Panorpa, Bittacus, Boreus (Flügel rudimentär).

XI. Ordnung. Trichoptera (Phryganidae). Frühlingsfliegen.

Insekten mit vollkommener Verwandlung. Mandibeln rudimentär. Maxillen bilden einen häutigen, stumpfen Rüssel. Körper meist behaart, seltener beschuppt. Hinterflügel gewöhnlich grösser als die Vorderflügel, fächerartig faltbar. Die engerlingartigen Larven leben in Wohnröhren oder Futteralen meist im Wasser, besitzen dann Tracheenkiemen und sind apneustisch. Phryganea, Limnophilus, Halesus, Hydropsyche, Mystacides u. s. w.

XII. Ordnung. Siphonaptera sive Aphaniptera. Flöhe.

Insekten mit vollkommener Verwandlung, mit saugenden und stechenden Mundtheilen. Keine Flügel. Keine Facettenaugen. Parasiten. Pulex, Sarcopsylla, Ceratopsyllus.

XIII. Ordnung. Coleoptera. Käfer.

Insekten mit vollkommener Metamorphose und beissenden Mundtheilen. Vorderflügel als Flügeldecken hornig. Hinterflügel häutig, der Quere und Länge nach faltbar, ausschliesslich zum Fluge dienend. Larven verschieden gestaltet, oft thysanurenähnlich und bisweilen engerlingartig, selten fusslos (Curculionidae), mit beissenden Mundtheilen. Mehrere 1000 Gattungen mit über 80 000 Arten.

1. Unterordnung. Cryptotetramera.

Die Tarsen sind viergliedrig mit einem rudimentären Glied. Fam. Coccinellidae, Endomychidae.

2. Unterordnung. Cryptopentamera.

Tarsen fünfgliedrig, mit einem verkümmerten und versteckten Glied. Fam. Chrysomelidae, Cerambycidae, Curculionidae, Bostrychidae u. s. w.

3. Unterordnung. Heteromera.

Die Tarsen der beiden vordern Beinpaare fünfgliedrig, diejenigen der hintern viergliedrig. Fam. Meloidae (Cantharidae), Rhipiphoridae, Tenebrionidae, Oedemeridae, Cistelidae u. s. w.

4. Unterordnung. Pentamera.

Tarsen in der Regel an allen Beinen fünfgliedrig. Fam. Xylophaga, Malacodermata, Elateridae, Buprestidae, Lamellicornia, Silphidae, Pselaphidae, Staphylinidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Carabidae, Cicindelidae u. s. w.

XIV. Ordnung. Lepidoptera. Schmetterlinge.

Insekten mit vollkommener Verwandlung und saugenden, einen meist einrollbaren Rüssel bildenden Mundtheilen. Körper mit Schuppen bedeckt. Beide Flügelpaare gleichartig, häutig, mit Schuppen bedeckt, selten faltbar. Hinterflügel gewöhnlich etwas kleiner als die Vorderflügel. Larven raupenförmig, mit Afterfüssen, mit beissenden Mundtheilen, selten (Micropteryx) fusslos.

1. Unterordnung. Microlepidoptera. Kleinschmetterlinge.

Fam. Pterophoridae, Tineidae, Pyralidae, Tortricidae.

2. Unterordnung. Geometrina. Spanner.

Fam. Phytometridae, Dendrometridae.

3. Unterordnung. Noctuina. Eulen.

Fam. Ophiusidae, Plusiadae, Agrotidae, Cuculliadae, Acronyctidae u. s. w.

4. Unterordnung. Bombycina. Spinner.

Fam. Bombycidae, Saturnidae, Psychidae, Zygaenidae, Cossidae, Liparidae, Euprepiadae, Notodontidae.

5. Unterordnung. Sphingina. Schwärmer.

Fam. Sesiadae, Sphingidae.

6. Unterordnung. Rhopalocera. Tagfalter.

Fam. Hesperidae, Lycaenidae, Satyridae, Nymphalidae, Heliconiidae, Equitidae.

XV. Ordnung. Hymenoptera. Hautflügler.

Insekten mit vollkommener Verwandlung, mit zum Beissen eingerichteten Mandibeln und meist zum Saugen eingerichteten Maxillen. Gewöhnlich 4 häutige, durchsichtige, spärlich geaderte Flügel. Raupen verschiedenartig, mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen, welche raupenähnliche Larven besitzen, fusslos, also madenförmig.

1. Unterordnung. Terebrantia.

Weibchen mit Legebohrer oder Legeröhre. Fam. Tenthredinidae (Blattwespen), Uroceridae (Holzwespen), Cynipidae (Gallwespen). Die

Larven der Schlupfwespen: Pteromalidae, Braconidae, Ichneumonidae, Evaniadae schmarotzen meist in Larven anderer Insekten.

2. Unterordnung. Aculeata.

Weibchen mit Giftstachel und Giftdrüse. Fam.: Formicidae (Ameisen), Fossoria (Grabwespen), Vespidae (Faltenwespen), Apidae (Bienen).

XVI. Ordnung. Diptera. Zweiflügler.

Insekten mit vollkommener Verwandlung, mit saugenden und häufig noch dazu mit stechenden Mundtheilen. Vorderflügel häutig, durchsichtig. Hinterflügel zu Schwingkölbchen (Halteren) umgewandelt. Larven madenförmig (ohne Beine), mit oder ohne Kopf.

1. Unterordnung. Pupipara. Lausfliegen.

Lebendig gebärend. Die Larven kommen kurz vor ihrer Verpuppung zur Welt. Schmarotzer. Flügel häufig rudimentär. Melophagus, Braula, Nycteribia.

2. Unterordnung. Brachycera. Fliegen.

Fühler kurz, meist dreigliedrig. Zahlr. Familien: Muscidae, Conopidae, Oestridae, Syrphidae, Empidae, Asilidae, Bombyliidae, Therevidae, Tabanidae, Leptidae, Xylophagidae, Stratiomyidae.

3. Unterordnung. Nemocera (Tipularia). Mücken.

Fühler lang, mehrgliedrig, beim Männchen oft federbuschartig behaart. Fam.: Bibionidae, Fungicolae, Noctuiformes, Culiciformes, Culicidae, Gallicolae, Limnobiidae.

Von den vorstehend aufgezählten Ordnungen wird die der Dermaptera gewöhnlich als Familie zu den Orthopteren gestellt. Die Ephemeridea, Odonata, Plecoptera, Corrodentia und Thysanoptera werden häufig mit einander zu der Ordnung der Pseudoneuroptera vereinigt und die Panorpata den Neuropteren einverleibt.

I. Aeussere Organisation[1]).

A) Der Körperstamm.

Myriapoda.

Der Körperstamm besteht aus dem Kopf und einer grösseren Anzahl gleichartig ausgebildeter Rumpfsegmente, von denen die drei vorderen den drei Segmenten der Brust der Hexapoda (Insekten) entsprechen. Der Kopf ist jedenfalls ursprünglich aus mindestens 4 mit einander verschmolzenen Segmenten hervorgegangen. Symphyla. Der Rumpf dieser, der gemeinsamen Stammform der Myriapoden und

1) Es liegt auf der Hand, dass es sich hier bei der Darstellung der äusseren Organisation nur um die allgemeinsten Charaktere handeln kann. Für die speciellen, zoologisch in hohem Grade wichtigen Verhältnisse muss auf die systematischen Schriften über Entomologie verwiesen werden.

Hexapoden wahrscheinlich am nächsten stehenden Abtheilung (Gattung Scolopendrella) besteht aus 12 deutlichen beintragenden Segmenten und einem Analsegment mit zwei als Spinngriffeln bezeichneten Fortsätzen (Fig. 302). Vielleicht deuten zwei vor den Spinngriffeln liegende Tastapparate als umgewandelte Beine auf die Existenz eines rudimentären 13. praeanalen Segmentes hin. Die Gesammtzahl der Rumpfsegmente wäre demnach 13 oder 14 und würde ziemlich genau entsprechen der ursprünglichen Segmentzahl des Hexapodenrumpfes, an welchem 3 Segmente auf den Thorax und 10 (vielleicht 11) auf das Abdomen kommen.

Die Pauropoden mit 10 Rumpfsegmenten (incl. Aftersegment) weisen eine geringere Segmentzahl auf. Bei den Chilopoden (Fig. 324, pag. 478) und Diplopoden ist die Zahl der Rumpfsegmente eine grössere, oft eine sehr beträchtliche (bei Himantarium bis 173). Es ist möglich, dass diese grosse Segmentzahl nicht eine ursprüngliche Eigenthümlichkeit der Chilopoden und Diplopoden, sondern eine secundär erworbene ist, ähnlich wie die grosse Segmentzahl bei den Schlangen. Bei den Diplopoden sind nur die 4 oder 5 vordersten Rumpfringe einfache Segmente, während jeder der darauf folgenden Rumpfringe ein Doppelsegment darstellt.

Fig. 302.

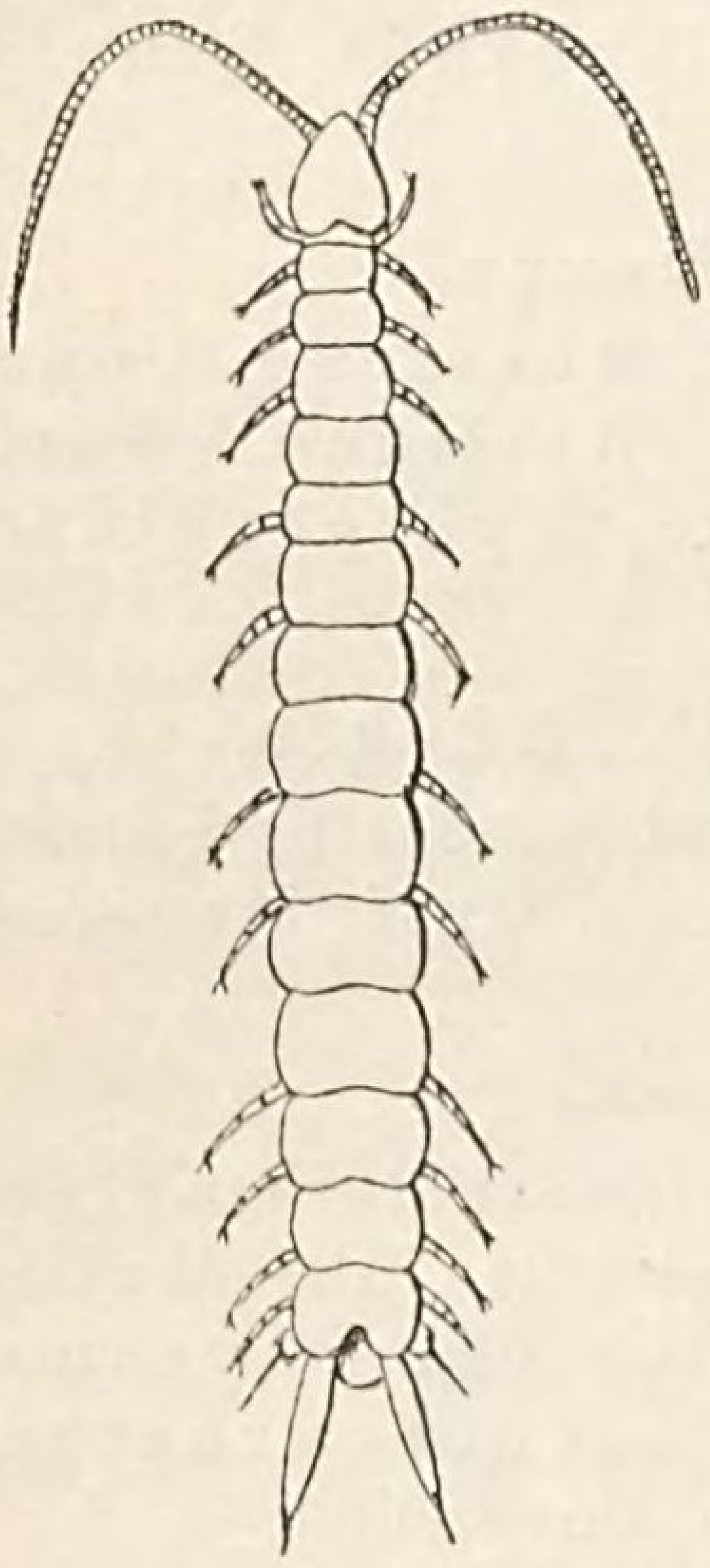


Fig. 303.

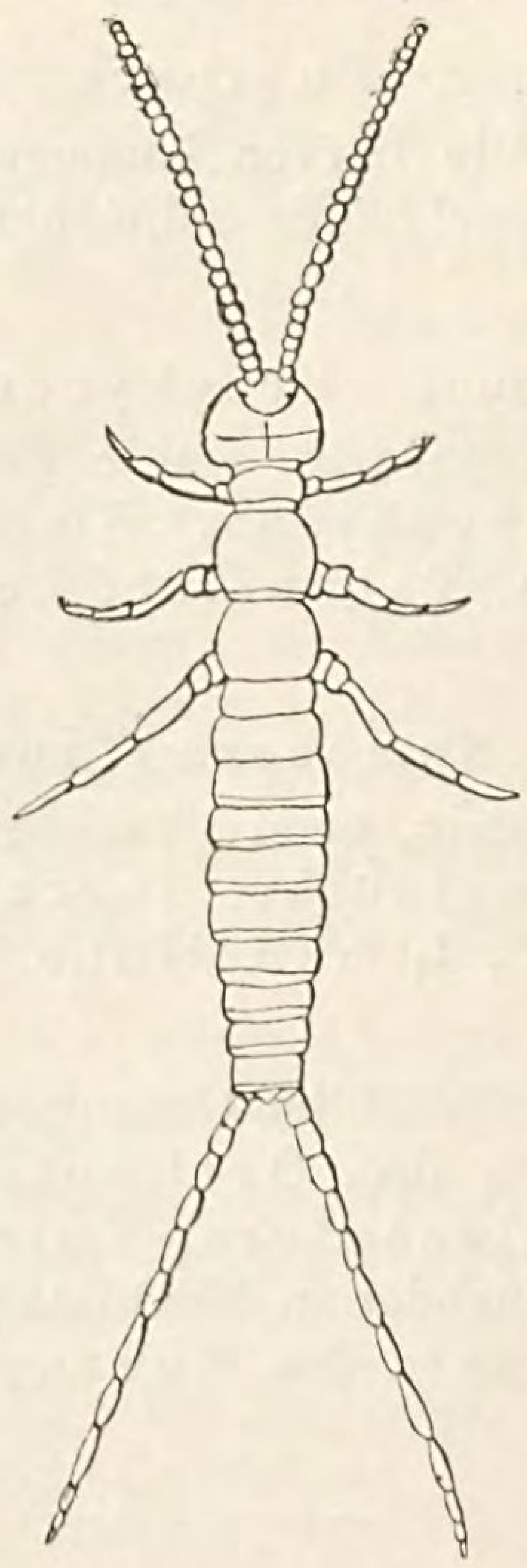


Fig. 302. **Scolopendrella immaculata** (nach LATZEL).

Fig. 303. **Campodea staphylinus**, ohne die Borsten und Haare (nach LUBBOCK).

Hexapoda.

Der Körperstamm der Hexapoden zerfällt typisch in 3 deutlich von einander abgesetzte Regionen: Kopf, Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen). Der ungegliederte Kopf bestand ursprünglich wahrscheinlich aus 4 Segmenten. Die Brust ist aus 3 Segmenten: Prothorax, Mesothorax, Metathorax zusammengesetzt, welche den 3 vorderen Rumpfsegmenten der Myriapoden entsprechen. Die typische Segmentzahl des Hinterleibes ist 10 oder 11. Brust und Thorax bilden zusammen den Rumpf, welcher dem Rumpf der Symphylen vergleichbar ist. Unter den Apterygoten besitzen die Thysanura 10 Abdominalsegmente, die Collembola eine wechselnde Zahl, doch

stets weniger als 10. Bei den geflügelten Insekten (Pterygota) ist die Zahl der Abdominalsegmente bei den erwachsenen Thieren eine wechselnde, meist geringere als 10. Dieses Verhalten kommt erstens dadurch zu Stande, dass häufig die vorletzten Segmente, welche zu dem Genitalapparate in Beziehung stehen, verschmelzen, und zweitens dadurch, dass die vordersten Abdominalsegmente (gewöhnlich nur das erste) mit dem Thorax verschmelzen. Bei einigen Insekten (Macrolepidopteren, Dipteren und Rhynchoten) schliesst sich indess umgekehrt das letzte (dritte) Thoracalsegment enger an das Abdomen an.

B) Die Gliedmaassen (Extremitäten).

Die Gliedmaassen der Insekten bestehen aus einer einzigen Reihe von Gliedern. Wir unterscheiden die Gliedmaassen des Kopfes von denen des Rumpfes. Ursprünglich war sicher jedes Rumpfsegment (wie noch bei Peripatus und den Myriapoden) mit einem Paar Gliedmaassen ausgestattet. Bei den Hexapoden haben sich aber nur die Gliedmaassen der 3 vordersten Rumpfsegmente, d. h. die 3 Gliedmaassenpaare des Thorax erhalten.

I. Die Gliedmaassen des Kopfes.

Es finden sich typisch 4 Paar Kopfgliedmaassen, die man in der Reihenfolge von vorn nach hinten als Antennen (Fühler), Mandibeln, vordere und hintere Maxillen bezeichnet.

Vergleicht man diese Kopfgliedmaassen mit den analogen Gliedmaassen der Krebse, so sieht man, dass den Myriapoden und Insekten das zweite Antennenpaar fehlt.

Passenderweise theilt man die Kopfgliedmaassen selbst wieder in 2 Gruppen, von denen die eine durch das Fühlerpaar, die andere durch die Mundgliedmaassen oder Mundtheile (Mandibeln und Maxillen) gebildet wird.

Die Fühler (Antennen) der Myriapoden und Hexapoden sind stets in einem Paar vorhanden, praeoral, entspringen von der Stirn, sind lang und schlank, vielgliedrig, im Einzelnen ausserordentlich verschiedenartig gestaltet, sehr häufig bei beiden Geschlechtern verschieden. Sie sind Tastorgane und zugleich Träger der Spür- und Geruchsorgane und sie erhalten ihre Nerven vom Gehirn.

Die Mundgliedmaassen (Mundtheile) sind ausserordentlich verschiedenartig gestaltet, je nach den speciellen Funktionen, denen sie angepasst sind und die im Kauen, Zerreiben, Zerbeissen, Saugen und Stechen u. s. w. bestehen. Eine der schönsten Leistungen der vergleichend-anatomischen Forschung war die Zurückführung aller der so sehr verschiedenartig umgestalteten Mundtheile der verschiedenen Hexapodenordnungen auf 3 Mundgliedmaassenpaare: Mandibeln, vordere und hintere Maxillen. — Wir können nur die Hauptformen der Mundbewaffnung berücksichtigen. Zum Ausgangspunkt unserer Betrachtung eignen sich am besten die Mundtheile der Orthopteren, weil sich hier die Zusammensetzung der Unterlippe (Labium) aus 2 seitlichen Gliedmaassen (hintere Maxillen) sehr schön nachweisen lässt. Der gesammte Apparat von Mundwerkzeugen (Fig. 304) besteht aus folgenden Theilen:

1. Die Oberlippe (Labrum *lbr*), ein unpaares Stück, welches die Mundöffnung von vorn und oben bedeckt und nichts mit Gliedmaassen zu thun hat.

2. Die Mandibeln (Oberkiefer *md*) bestehen jederseits aus einer kräftigen, aber ungegliederten Kauplatte mit gezähntem Kaurande.

3. Die vorderen Maxillen (Unterkiefer). Jede dieser beiden Maxillen besteht aus einem zweigliedrigen Basaltheil mx_1, welcher erstens einen fünfgliedrigen Taster *pm* (Palpus maxillaris) und zweitens zwei ungegliederte Kauladen, eine äussere *me* und eine innere *mi* (Mala externa und interna) trägt.

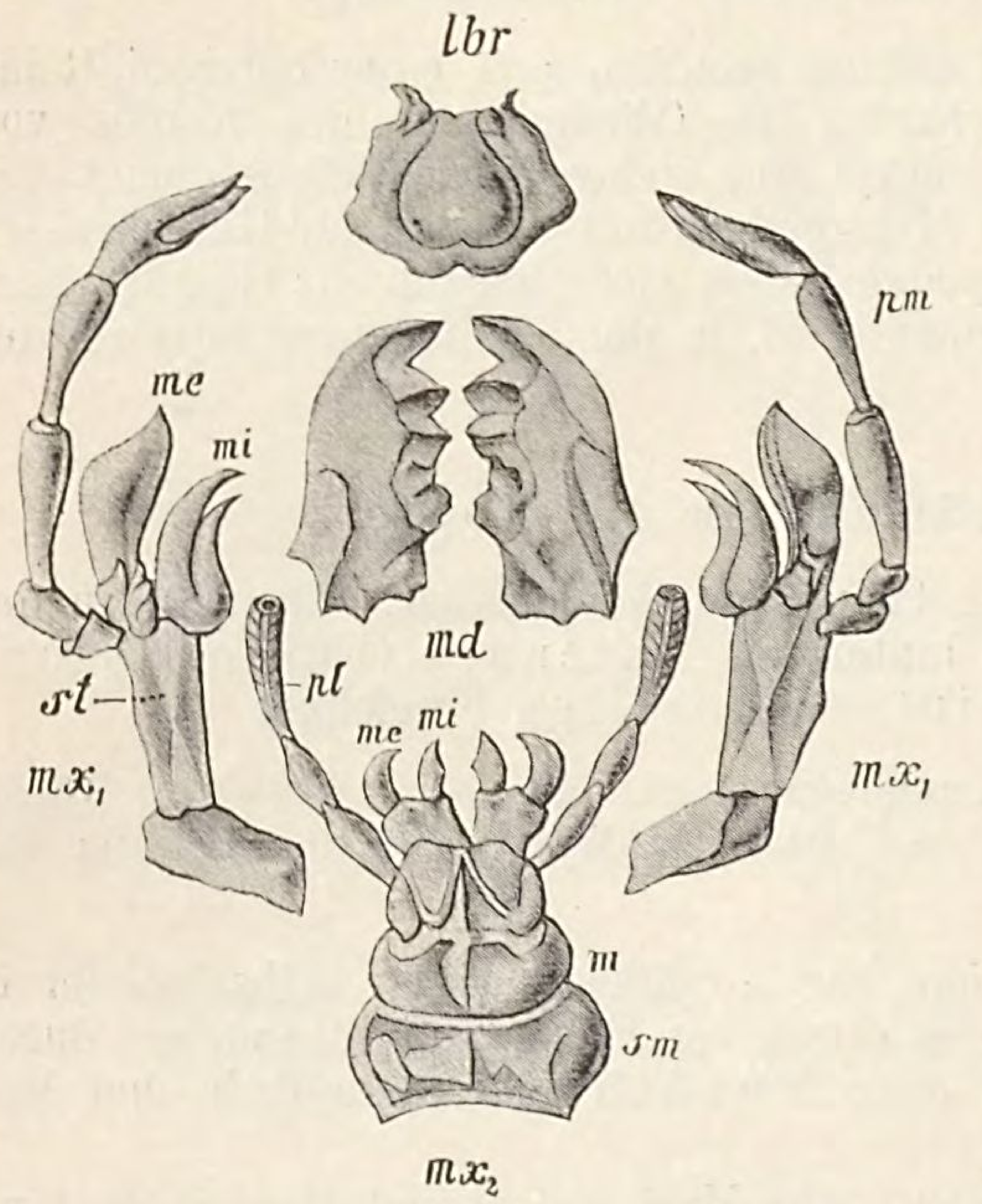


Fig. 304. **Mundtheile von Blatta (Orthoptera)** (nach Savigny). *lbr* Labrum (Oberlippe), *md* Mandibel, mx_1 vorderes Maxillenpaar, mx_2 hinteres Maxillenpaar = Unterlippe (Labium), *st* Stipes (Stamm), *m* Mentum, *sm* Submentum, *mi* und *me* Mala interna und externa, innere und äussere Lade des 1. und 2. Maxillenpaares, *pm* Palpus maxillaris, Taster der vordern Maxillen, *pl* Palpus labialis, Taster der hintern Maxillen.

4. Die hinteren Maxillen bilden zusammen die Unterlippe (Labium mx_2). Jede hintere Maxille besteht aus denselben Theilen (Basaltheil, dreigliedriger Taster *pl*, äussere und innere Kaulade *me* und *mi*) wie die vorderen Maxillen, nur sind die beiden Basaltheile hinter und unter dem Munde in der Mittellinie verwachsen.

Diese Mundtheile sind zum Beissen und Kauen eingerichtet.

Ich will jetzt die wichtigsten Modificationen von dem beschriebenen Typus in systematischer Reihenfolge besprechen.

Myriapoda.

Symphyla. Mundtheile kauend. Oberlippe, Mandibeln und ein Maxillenpaar mit nur einer Kaulade und rudimentärem Taster. Aehnlich und ebenso schwach entwickelt sind die Mundtheile der Pauropoda. Die Mundtheile beider Gruppen bedürfen einer erneuten Untersuchung.

Chilopoda (Fig. 305). Die Mundwerkzeuge bestehen abgesehen von der Oberlippe und dem zur unteren Schlundwand gehörenden Hypopharynx

aus den typischen Theilen, Mandibeln, vorderen und hinteren Maxillen. Das vordere Maxillenpaar hat wohl entwickelte Kauladen, besitzt aber keine oder nur rudimentäre Taster. Am zweiten Maxillenpaar sind die Taster wohl entwickelt, aber es fehlen die Kauladen. Die Basaltheile derselben sind bald getrennt, bald verschmolzen.

Fig. 305.

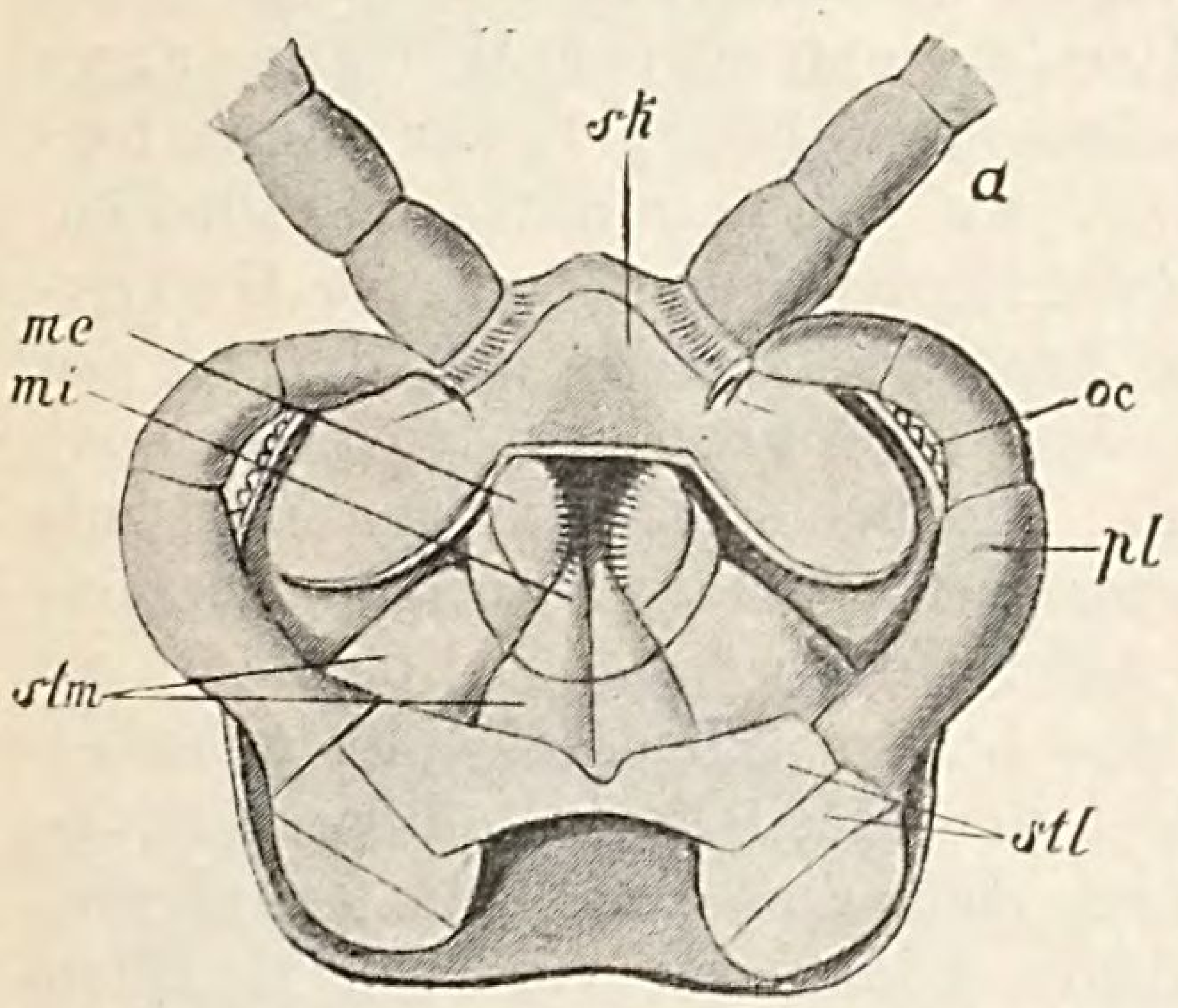


Fig. 306.

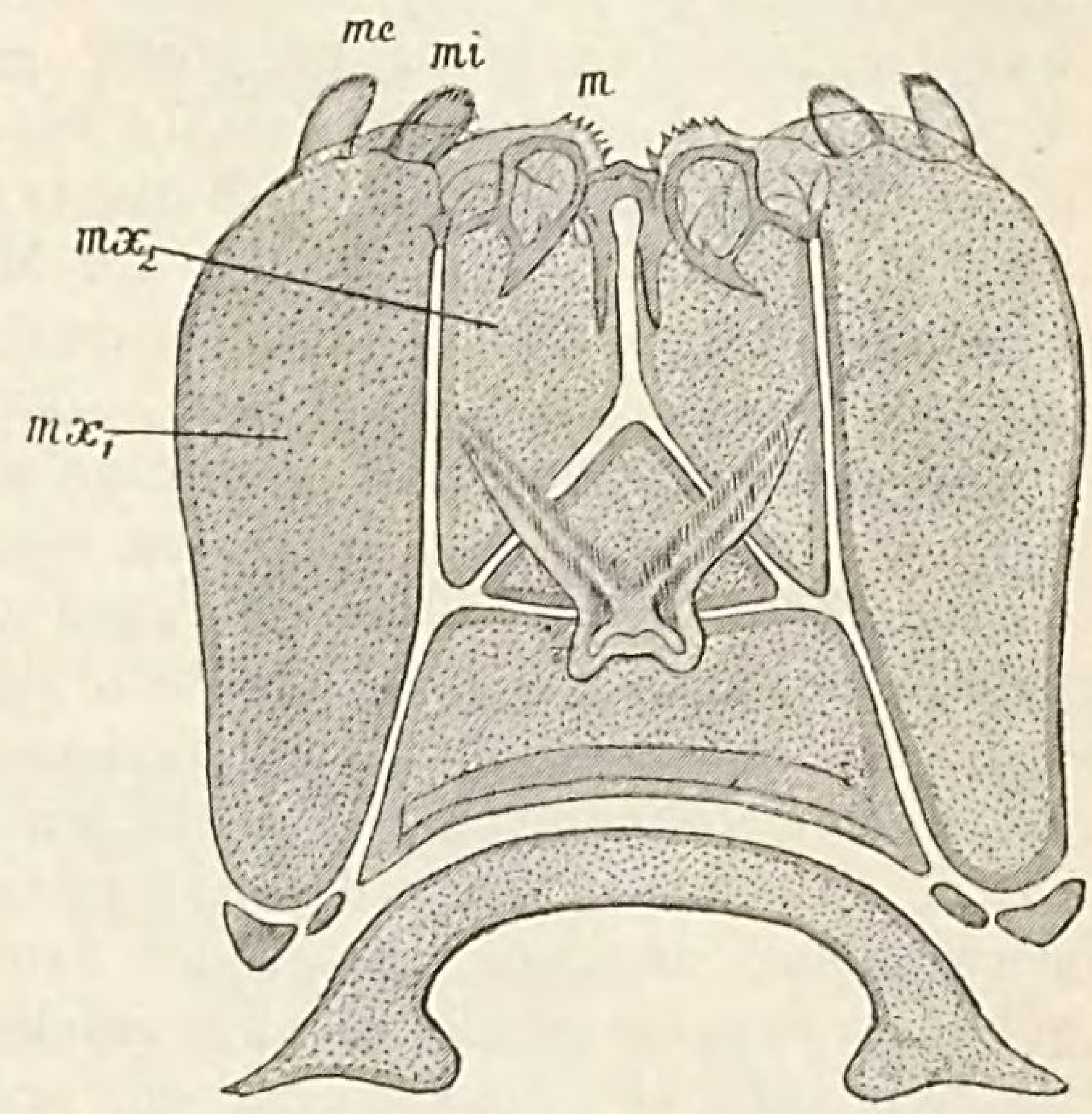


Fig. 305. **Lithobius validus.** Der Kopf von unten nach Entfernung des Kieferfusspaares (nach LATZEL). *a* Antennen, *sk* Stirntheil des Kopfschildes, *oc* gehäufte Ocellen, *pl* Taster der Unterlippe oder des 2. Maxillenpaares, *stl* Stämme desselben in der Mittellinie verschmolzen, *stm* Stämme des 1. Maxillenpaares, *me*, *mi* äussere und innere Lade desselben.

Fig. 306. **Das Gnathochilarium von Lysiopetalum carinatum (Diplopode)** (nach v. RATH). mx_1 Stamm der vordern, mx_2 der hintern Maxille (?), *me* und *mi* äussere und innere Kaulade der vordern Maxillen, *m* Kaulade der hintern Maxillen (Unterlippe).

Diplopoda. Hier sind die Verhältnisse der Mundwerkzeuge complicirt und lassen sich schwer deuten. Auf die kräftigen Oberkiefer folgt die Unterlippe (Gnathochilarium Fig. 306). Diese Unterlippe wird von einigen Forschern als nur aus einem Unterkieferpaare bestehend gedeutet. Andere deuten die in der Abbildung dargestellten Stücke so, dass die paarigen, je mit einer Kaulade ausgestatteten Hälften des Mittelstückes den Stammstücken hinterer Maxillen (Unterlippe), die beiden, je mit 2 Kauladen ausgestatteten Seitenstücke aber den Stammtheilen vorderer Maxillen entsprechen. Taster fehlen. Wenn auch diese letztere Auffassung, welche sich auf analoge Modifikationen der zwei Maxillenpaare bei gewissen Käferlarven (Elateriden) beruft, vergleichend-anatomisch mehr befriedigt, so ist sie doch bis jetzt nicht ganz sicher begründet. Die Entwickelungsgeschichte, soweit sie bis jetzt bekannt ist, scheint eher für die erste Auffassung zu sprechen, da die Mandibeln und das Gnathochilarium der Diplopoden aus den Anlagen von nur 2 Fusspaaren hervorgehen sollen. Eine Vergleichung der Mundgliedmaassen der Myriapoden auf neuer ontogenetischer Basis ist ein dringendes Bedürfniss.

Hexapoda.

Apterygota. Die Mundtheile der Apterygoten gehören zu der Kategorie der kauenden und stimmen in allen wesentlichen Punkten mit

den oben als typisch bezeichneten Mundtheilen der Orthopteren überein. Vor allem lässt sich auch bei den Apteren die Zusammensetzung der Unterlippe aus zwei Maxillen deutlich nachweisen. Beide Maxillenpaare besitzen wohl entwickelte Taster.

Pterygota. Die Mundtheile der Orthopteren wurden oben geschildert. Ich will jetzt die stark abweichenden Mundtheile anderer Insektenordnungen behandeln. Zum Verständniss der Mundtheile der Schmetterlinge (Lepidoptera Fig. 308) gelangen wir durch die Kenntniss der Mundtheile einer kleinen Familie der Microlepidoptera, der Micropteryginen. Hier finden wir noch die typischen Mundtheile: 1. kaufähige, bezahnte Mandibeln, 2. vordere Maxillen mit getrennten Basaltheilen, mit 6-gliedrigem Palpus und zwei getrennten Kauladen und 3. eine Unterlippe (hintere Maxillen), deren Basalstücke zwar miteinander zu einem gemeinsamen Stück verschmolzen sind, aber noch deutlich gesonderte Palpen (3-gliedrig) und Kauladen tragen. Die beiden Innenladen sind mit einander zu einem kurzen Röhrchen verwachsen. Bei den übrigen Microlepidopteren verlieren die Mandibeln ihre Zähne und werden rudimentär. An den vorderen Maxillen findet sich nur eine Lade. Indem die Laden beider Maxillen sich aneinanderlegen, bilden sie schon einen leicht rollbaren Saugrüssel. Bei den Macrolepidopteren sind die Mandibeln ganz verschwunden, dagegen ist der aus den beiden Laden der vorderen Maxillen gebildete Saugrüssel sehr stark entwickelt und einrollbar. Kiefer- und Lippentaster bleiben fast immer erhalten, erstere meist in sehr reducirtem Zustande (eingliedrig bei den Schwärmern und meisten Tagfaltern). Bei einigen Tagfaltern sind indessen die Maxillartaster ganz verschwunden.

Eine analoge Reihe wie bei den Lepidopteren lässt sich bei den Hymenopteren nachweisen. Am Ausgangspunkt der Reihe stehen die Blattwespen (Tenthredinidae), deren Mundtheile eine grosse Uebereinstimmung mit denen der Micropteryginen zeigen. Ausser den auch bei den übrigen Hymenopteren beissfähigen Mandibeln finden wir vordere Maxillen, an denen Basaltheil, 6-gliedrige Palpen und zwei Maxillarladen deutlich gesondert sind. An den hinteren Maxillen (Unterlippe) sind die Basaltheile verschmolzen, die beiden Taster (4-gliedrig) gut erhalten, die äussern Kauladen gesondert, die beiden innern zu einem Röhrchen verschmolzen. Während nun bei den übrigen Hymenopteren (Fig. 310) die Mandibeln sich stets kau- oder beissfähig erhalten, werden die Maxillen zu saugenden oder leckenden Mundtheilen. An den vorderen Maxillen verkümmert der Taster, die Basaltheile strecken sich, die Kauladen verwachsen jederseits zu einem langgestreckten Stück (*mm*). Auch an der Unterlippe verlängert sich der Basaltheil, der Taster bleibt wohl entwickelt, schlank, 2—4-gliedrig, die innern Laden bilden zusammen die langgestreckte Zunge, die äussern Laden einen kleinen, als Nebenzunge (Paraglossa) bezeichneten Seitenanhang derselben.

Die Mundtheile der Diptera (Fig. 311) sind zum Stechen und Saugen eingerichtet und bilden zusammen einen eigenthümlichen Rüssel. Die borstenförmigen Mandibeln fehlen bei den Männchen und bisweilen auch bei beiden Geschlechtern als gesonderte Stücke und sind dann wohl mit der Oberlippe verschmolzen. Der Rüssel wird gebildet von drei stark verlängerten Haupttheilen, erstens der Oberlippe, zweitens dem Basaltheil der Unterlippe, an deren Ende zwei Lippen (Labellen) die umgewandelten Taster darstellen, und drittens einer als Stechborste entwickelten Verlängerung der unteren Schlundwand (Hypopharynx), an deren Spitze die Speichelgefässe

Fig. 307.

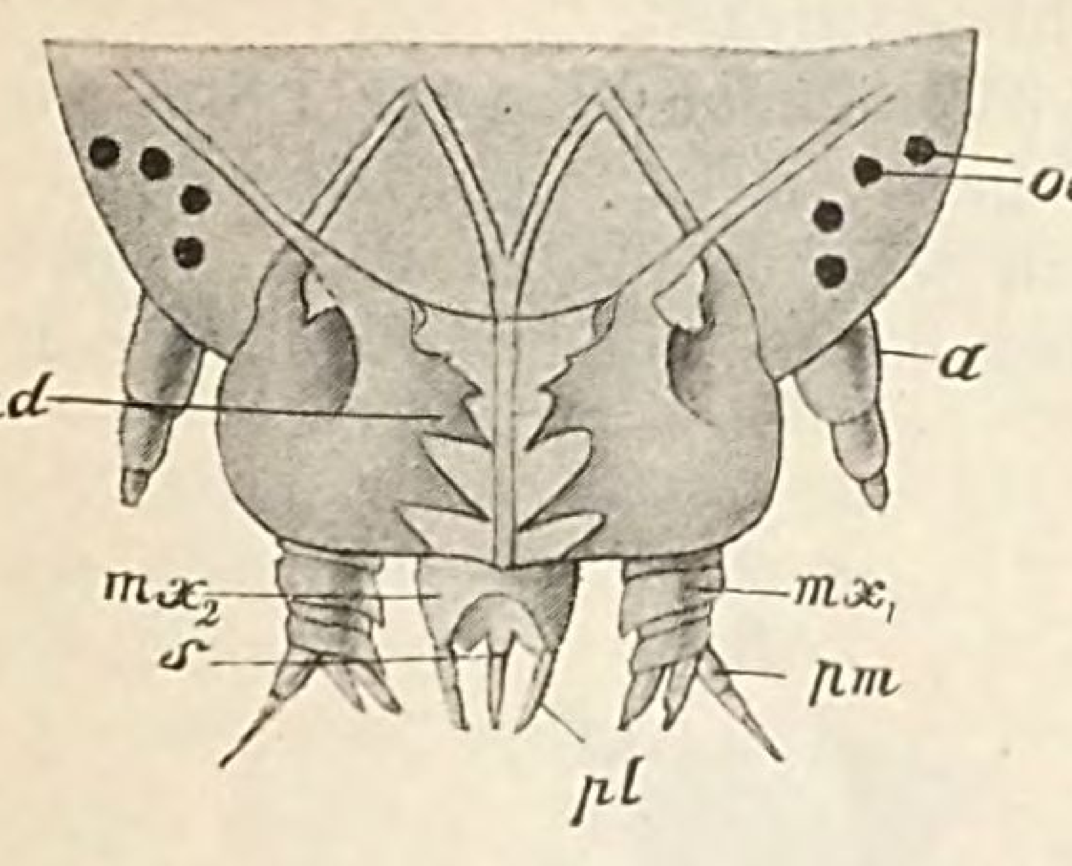


Fig. 309.

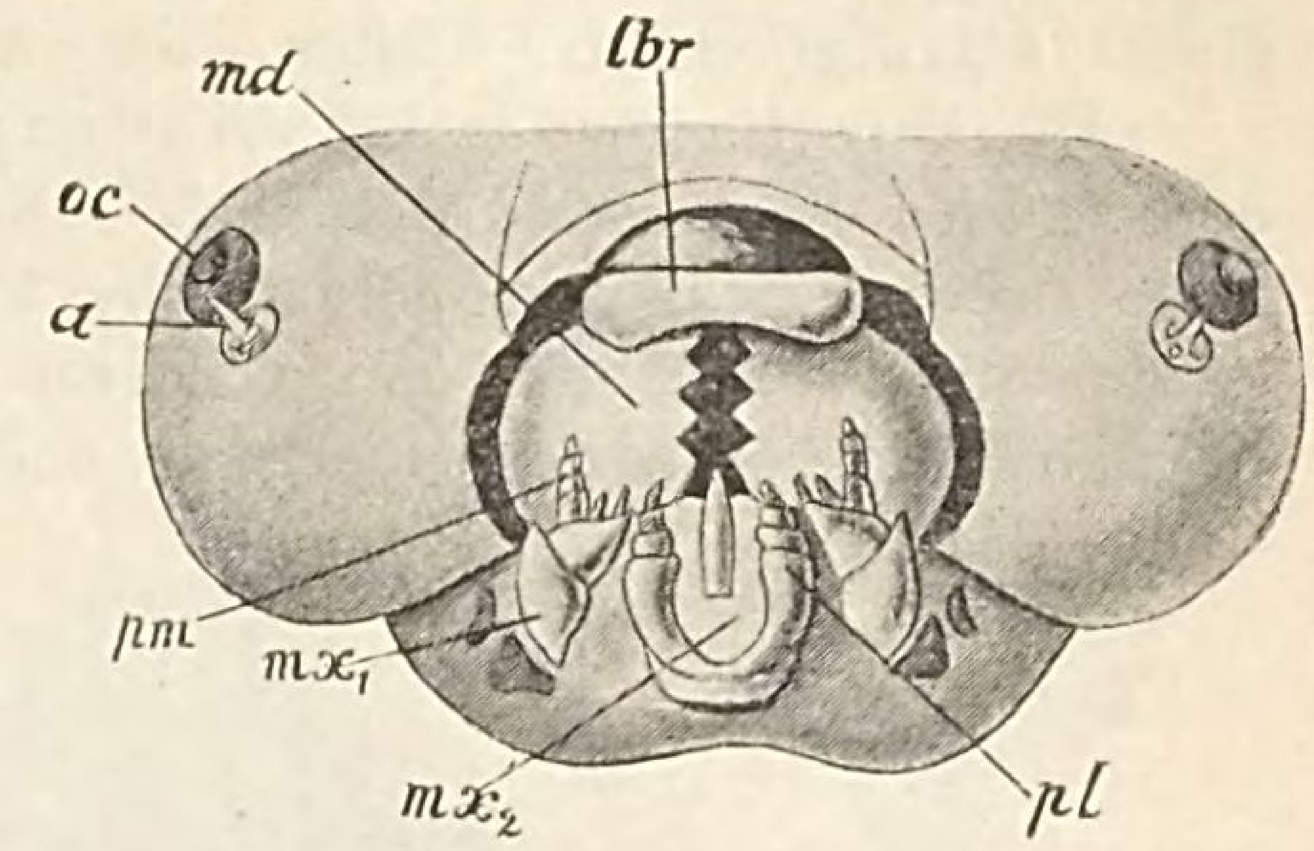


Fig. 308.

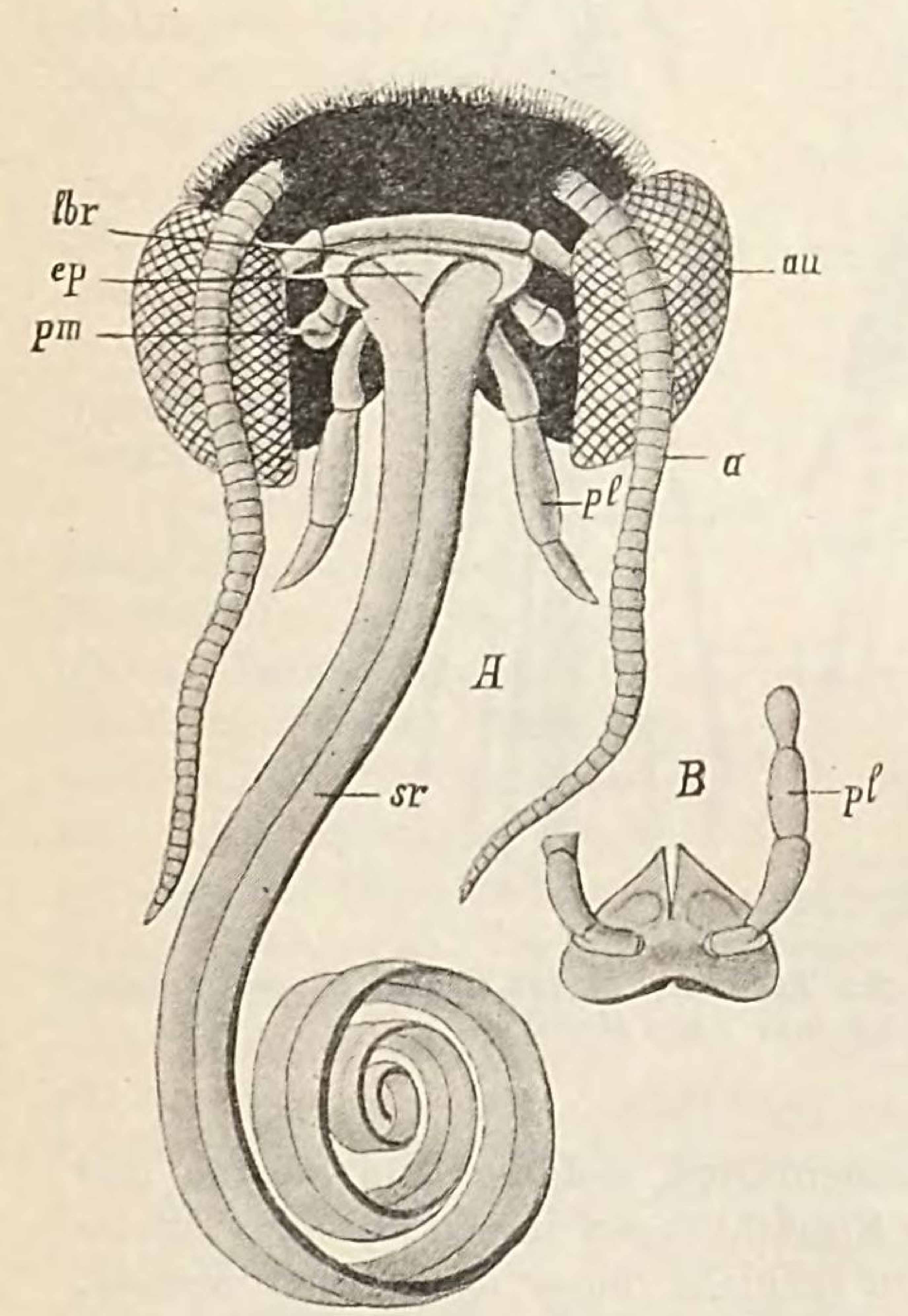


Fig. 310.

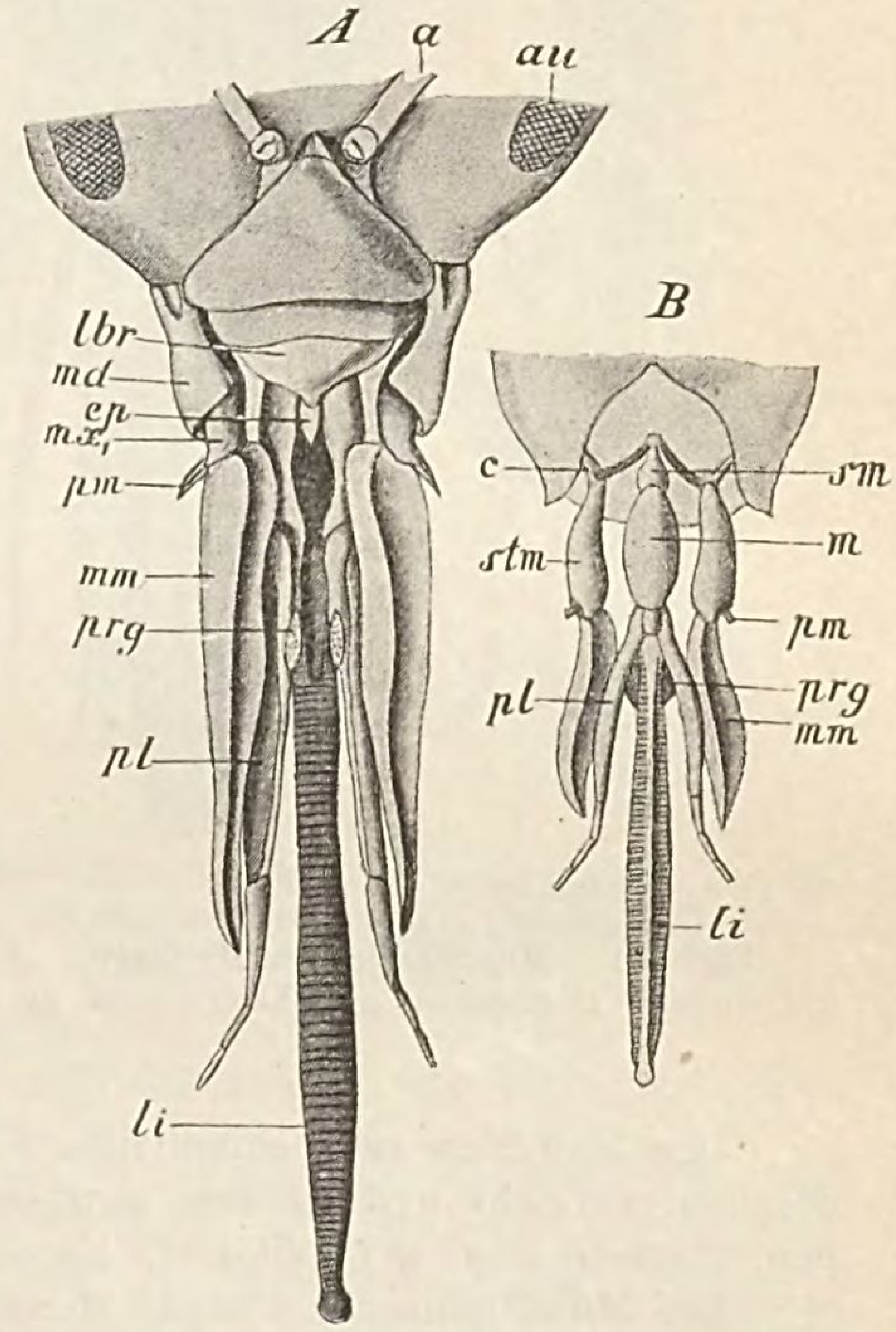


Fig. 307. **Mundtheile einer Macrolepidopterenraupe (Ocneria).** Bezeichnungen wie in Fig. 304 und 310.

Fig. 308. ***A* Mundtheile der Macrolepidopteren.** ***B*** Die Unterlippe (2. Maxillenpaar), isolirt. Bezeichnungen wie früher. *sr* Saugrüssel, den verschmolzenen Laden des 1. Maxillenpaares entsprechend.

Fig. 309. **Mundtheile einer Blattwespenlarve (Tenthredo).** Bezeichnungen wie früher.

Fig. 310. ***A* Mundtheile der Hymenopteren (Apis melifica).** ***B*** Die beiden Maxillenpaare. *au* Facettenauge, *a* Antenne, *lbr* Oberlippe, *md* Mandibel, *ep* Epipharynx, mx_1 vordere Maxillen, *pm* Taster (Palpus) derselben, *mm* die verschmolzenen Laden derselben, *prg* Paraglossa = äussere Laden der hintern Maxillen (Labium oder Unterlippe), *li* Zunge (Glossa) = innere Lade der hintern Maxillen, *c* Cardo, *sm* Submentum, *m* Mentum, *stm* Stamm (Stipes) der vordern Maxillen.

ausmünden. Die vorderen Maxillen bilden zwei schlanke Borsten, die zusammen mit den borstenförmigen Mandibeln im Saugrüssel liegen. Ihre ein- bis fünfgliedrigen Taster sind meist wohl entwickelt.

Die Mundtheile der Rhynchota (Fig. 312) bilden einen zum Stechen und Saugen geeigneten Schnabel. Die verlängerte, meist 4-gliedrige Unterlippe (hintere Maxillen) bildet eine Rinne, in welcher die zu Borsten umgewandelten Mandibeln und vorderen Maxillen liegen, und wird an ihrem basalen Theile von der Oberlippe bedeckt.

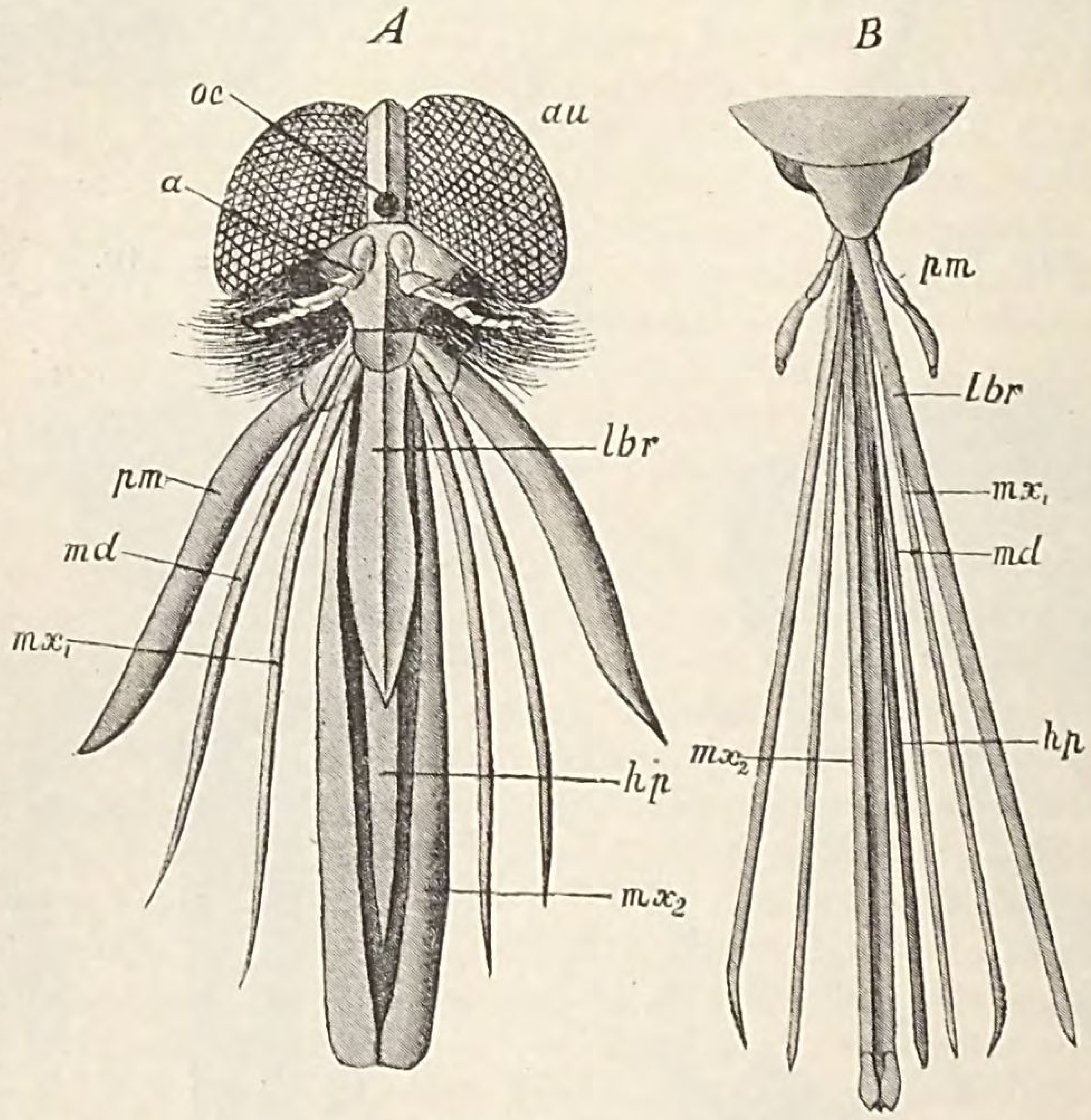


Fig. 311. **Mundtheile von Dipteren.** *A* **von Tabanus,** ***B*** **von Culex.** Bezeichnungen wie früher. *a* Antenne, *au* Facettenauge, *oc* einfaches Auge (Ocellus).

Der bisweilen sehr complicirte Mechanismus, welcher dem Saugen und Stechen vorsteht und zu dem gewisse Einrichtungen im Oesophagus (Pumpen, Reusen u. s. w.) gehören, kann hier nicht näher besprochen werden.

Die Mundtheile der übrigen Hexapoden schliessen sich — je nach ihrer Funktion — mehr oder weniger eng an einen der geschilderten Typen an.

Die Mundtheile der Coleopteren sind beissend und kauend, ganz ähnlich denen der Orthopteren, selten sind die Kauladen der vorderen Maxillen zu einem Saugrohr umgewandelt.

Die Mundtheile der Dermaptera, Ephemeridae, Odonata, Plecoptera, Corrodentia, Neuroptera, Panorpata sind ebenfalls beissend und gehören, mit verschiedenartigen Abweichungen, zum Typus derjenigen der Orthopteren und Coleopteren.

Die Mundtheile der Thysanoptera (Physopoda) nehmen zwischen den beissenden Mundtheilen der Orthopteren und den saugenden der Rhynchoten eine vermittelnde Stellung ein. Die Mandibeln sind zu Stechborsten umgebildet und kommen in das Innere eines kurzen, röhrenförmigen Rüssels

zu liegen, der durch Verwachsung der Oberlippe mit den vorderen Maxillen und der Unterlippe (hintere Maxillen) zu Stande kommt. Die beiden Maxillenpaare besitzen deutliche Taster und lassen auch sonst noch meist ihre typischen Bestandtheile in modificirter Form erkennen.

Bei den Trichopteren sind die Mandibeln rudimentär, die beiden Maxillenpaare bilden zusammen eine Art Rüssel (zum Stechen und Saugen), an dem die 4 Taster gesondert bleiben. Doch können sowohl die Taster als der Rüssel selbst in Wegfall kommen.

Bei den Aphaniptera (Flöhe) sind die Mundtheile saugend und stechend. Die Mandibeln sind gezahnte Leisten, die zusammen mit der Oberlippe das Saugrohr bilden. Die vorderen Maxillen sind kurz, ohrmuschelförmig, mit 4-gliedrigen Tastern. Die beiden vielgliedrigen Palpen der kleinen Unterlippe liegen seitlich der Saugröhre auf.

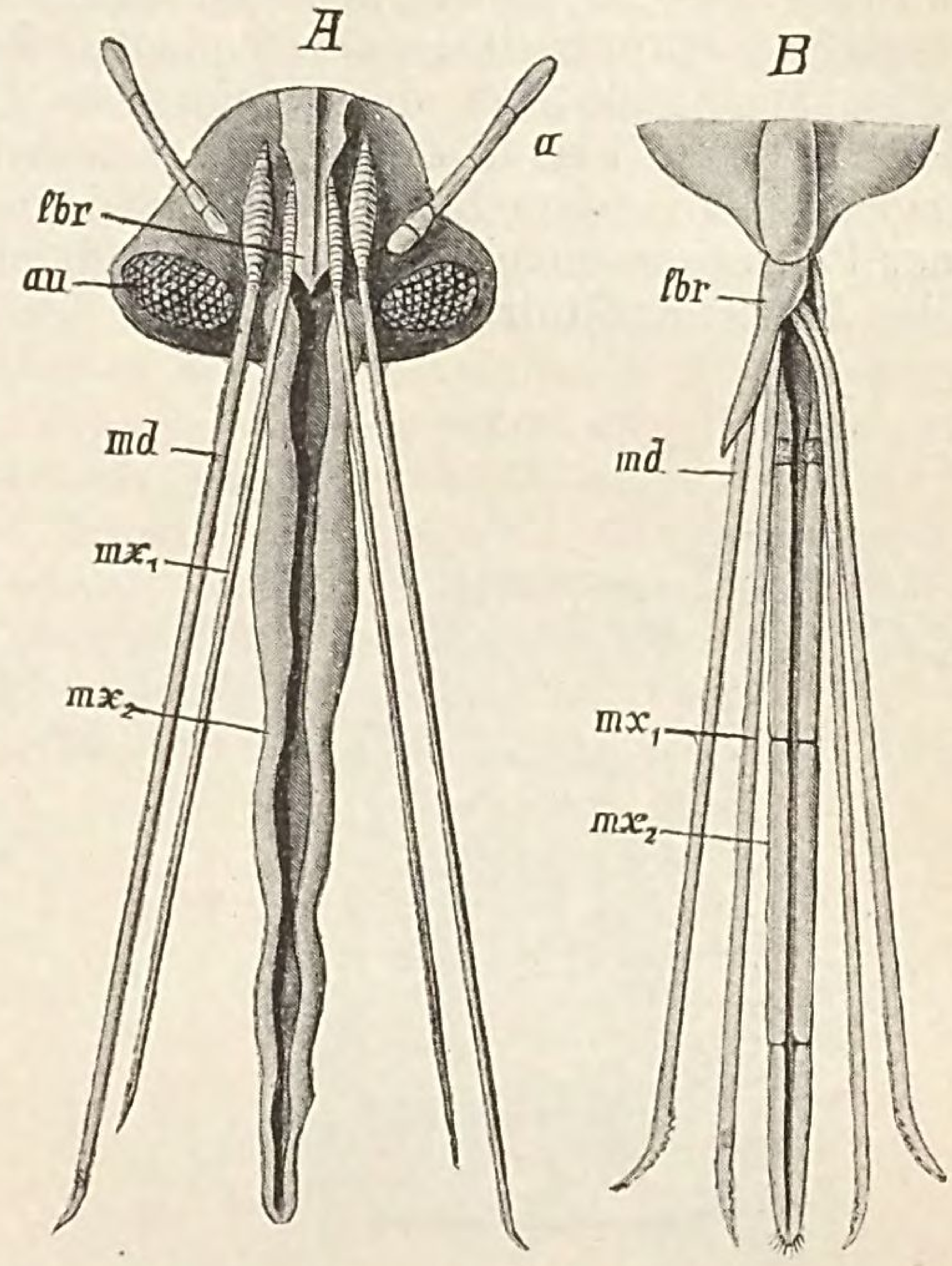


Fig. 312. **Mundtheile von Hemipteren.** *A* **von Pentatoma,** *B* **von Pyrchochoris.** Bezeichnungen wie früher.

Zweifellos sind die saugenden und stechenden Mundtheile bei verschiedenen Insektenordnungen unabhängig von einander aus kauenden hervorgegangen. Die specielle Morphologie der Mundtheile ist deshalb zwar wohl für die Erkenntniss der Verwandtschaftsbeziehungen der Mitglieder einer Ordnung, nicht aber für die Erkenntniss der Phylogenie der Insektenordnungen selbst maassgebend.

Es kommt vor, dass die Larven gewisser Insekten (Megaloptera unter den Neuropteren), die im erwachsenen Zustande beissende Mundtheile besitzen, saugende Mundtheile haben. Dies ist ein schöner Fall, welcher zeigt, wie sogar innerhalb einer kleinen Gruppe in Anpassung an specielle Existenzbedingungen saugende Mundtheile, und zwar sogar nur bei der Larve, sich ausbilden können. Bei den mit saugenden Mundtheilen ausgestatteten Lepidopteren, Dipteren, Aphanipteren und gewissen Hymenopteren sind bei den Larven (Fig. 307 und 309) die Mundtheile, wenn sie nicht rückgebildet sind, nach dem Typus der beissenden gebaut.

II. Die Gliedmaassen des Rumpfes.

Bei den Vorfahren der Antennata (Myriapoda und Hexapoda) war jedenfalls, wie dies bei Peripatus und noch bei den Myriapoden der Fall ist, jedes Rumpfsegment mit einem Gliedmaassenpaar ausgestattet. Bei den Hexapoden haben sich nur die 3 Gliedmaassenpaare der drei vor-

deren Rumpfsegmente erhalten, welche zusammen den Thorax oder die Brust bilden. Doch fehlt es, wie wir weiter unten sehen werden, auch bei Hexapoden nicht an Rudimenten von Extremitäten an den Segmenten des Hinterleibes.

Die Rumpfgliedmaassen sind durchgängig deutlich gegliedert und bestehen aus mehreren Gliedern, deren Zahl und Beschaffenheit systematisch äusserst wichtig ist. Je nach den speciellen Funktionen können die Beine verschiedenartig gestaltet sein. Man unterscheidet demgemäss Gangbeine, Sprungbeine, Schwimmbeine, Raubbeine u. s. w. Unter den Myriapoden rückt bei den Chilopoden das erste Rumpffusspaar als Kieferfusspaar (Fig. 324, pag. 478) an den Kopf. Es ist sehr kräftig, zangenförmig. Seine Basalglieder sind in der ventralen Mittellinie zu einer Platte verschmolzen. An der Endklaue mündet eine im Kieferfuss selbst liegende Giftdrüse aus.

Fig. 313.

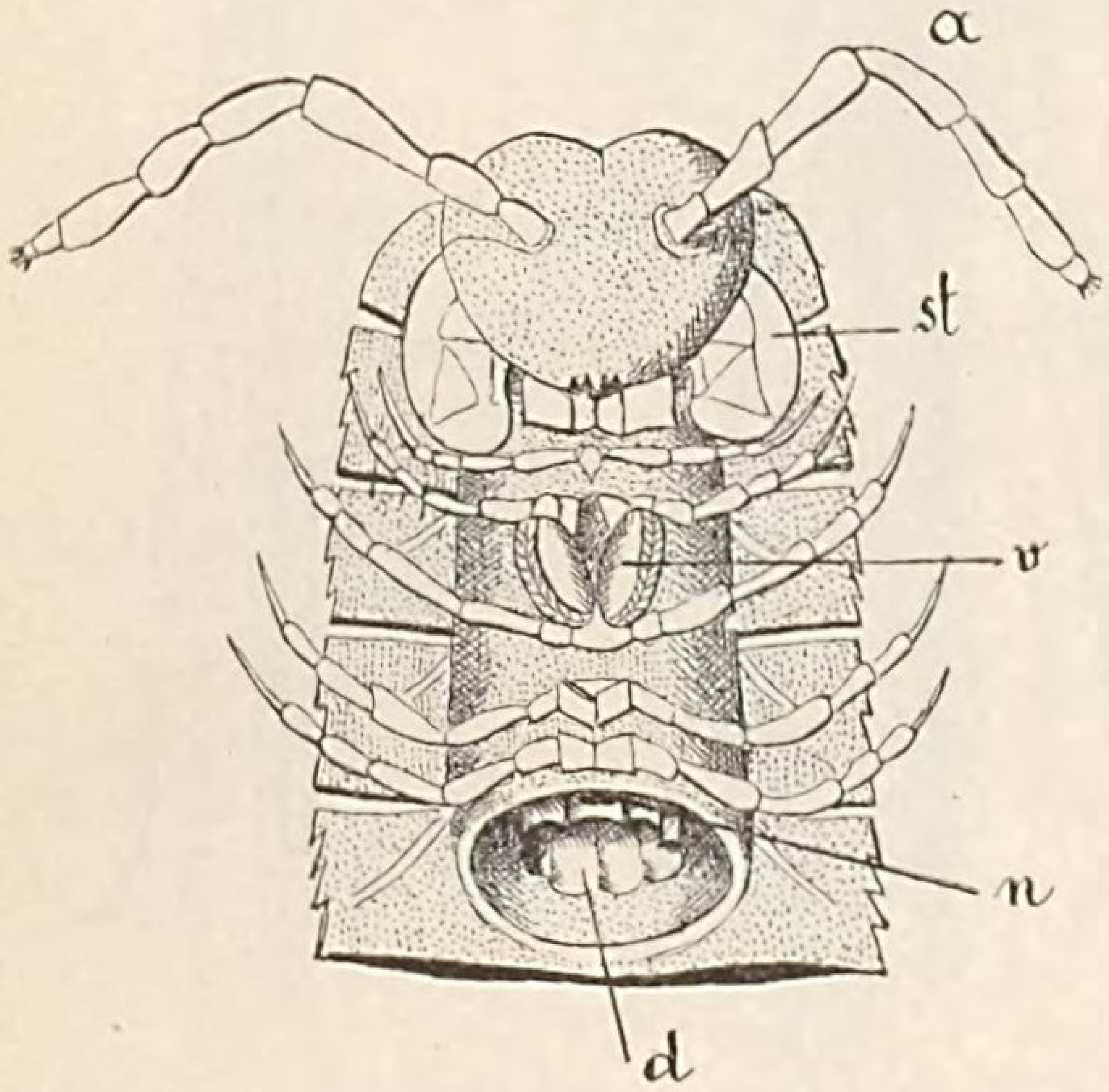


Fig. 314.

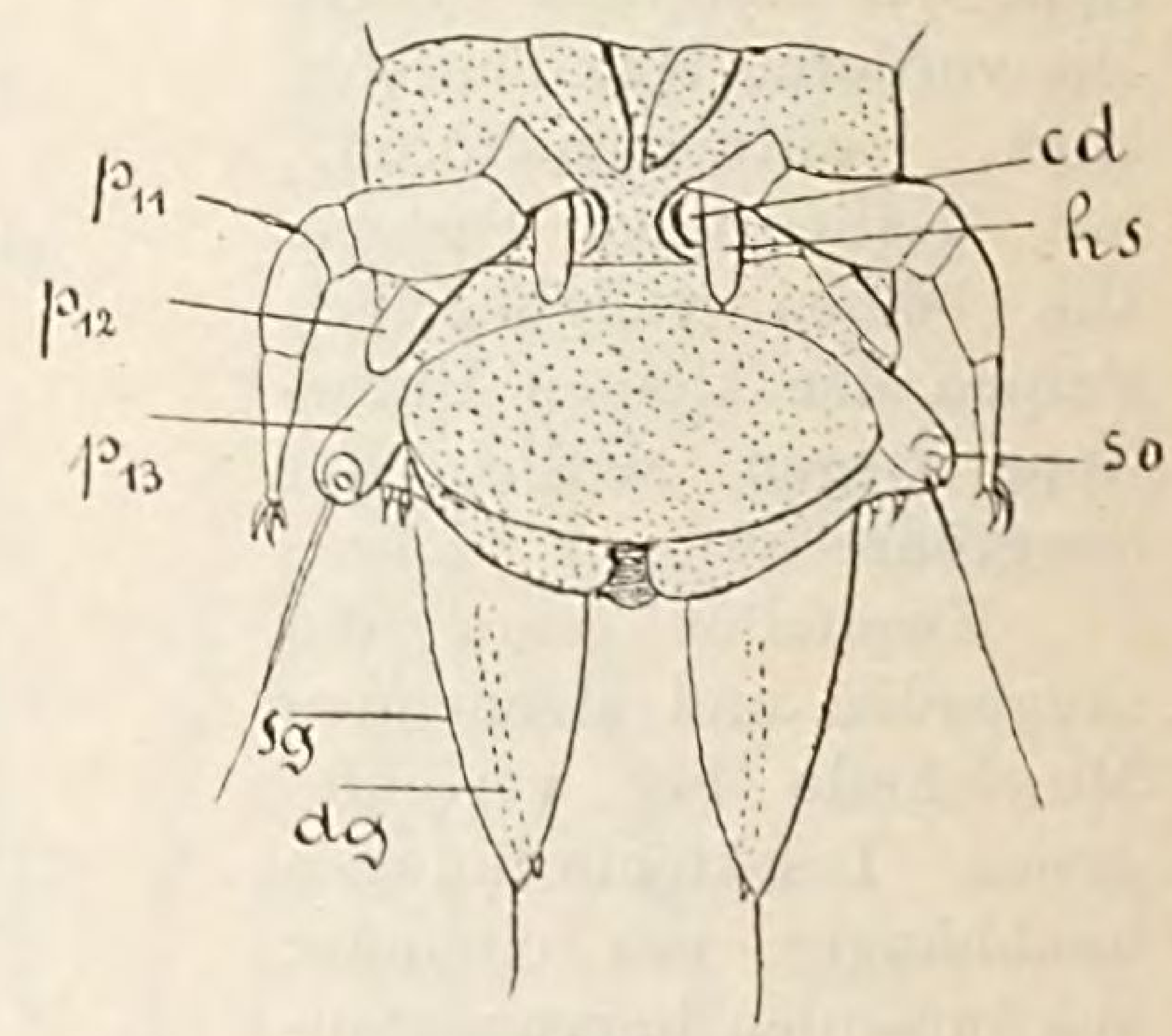


Fig. 313. **Vorderes Körperende eines weiblichen Polydesmus complanatus,** von der Bauchseite (nach LATZEL). *a* Antennen, *st* Stämme der Oberkiefer, *v* Vulven (Mündungen der weiblichen Geschlechtsorgane), *n* Bauchmark, *d* Darm.

Fig. 314. **Hinteres Leibesende von Scolopendrella immaculata,** von der Bauchseite (nach LATZEL). p_{11} 11., p_{12} 12. unentwickeltes, p_{13} 13. umgewandeltes Beinpaar, welches letztere ein Tastorgan (*so*) trägt, *sg* Spinngriffel mit dem Ausführungsgang (*dg*) der Spinndrüse, *cd* Coxaldrüse, *hs* Hüftsporn des 11. Beinpaares.

Bei den Diplopoden (Fig. 313) tragen die Doppelsegmente, also die auf den 4. oder 5. Rumpfring folgenden Ringe je 2 Beinpaare, während die 4 oder 5 vordersten Ringe (einfache Segmente) nur mit je einem Beinpaare ausgestattet sind. Einer der 4 oder 5 vordersten Ringe, es scheint bei den Iuliden der erste zu sein, kann gliedmaassenlos sein. Die Extremitäten des 7. Ringes sind beim Männchen gewöhnlich zu Copulationsorganen umgewandelt.

Rudimente von abdominalen Gliedmaassen bei Hexapoden. Zum Zwecke des Nachweises solcher Rudimente muss man sich der an den Beinen von Peripatus ausmündenden Coxaldrüsen erinnern. Aehnliche Drüsen münden bei Chilopoden an den Hüften der 4—5

letzten Beinpaare, an den Pleuren des letzten beintragenden Segmentes und am Aftersegment. Bei Diplopoden entsprechen wahrscheinlich solchen Drüsen ausstülpbare Wärzchen, die bei den Lysiopetaliden am Hüftglied des 3.—16. Beinpaares vorkommen, und Poren an den Hüften eines Theiles der Beine der Chordeumidae. Die Kenntniss der betreffenden Organe bei den Symphylen (Scolopendrella), welche vielleicht von allen lebenden Antennaten der gemeinsamen Stammform der Myriapoden und Insekten am nächsten stehen, ist äusserst wichtig. An den Coxalgliedern der Beine von Scolopendrella finden sich ausstülpbare, wahrscheinlich drüsige Säckchen (Fig. 314 *cd*), welche vornehmlich am 3. bis 11. Rumpffusspaare deutlich zu unterscheiden sind. Nach aussen von diesen Coxalsäckchen, die den Coxaldrüsen der übrigen Myriapoden und von Peripatus homolog sein dürften, findet sich je ein griffelförmiger Anhang *hs*, welcher als ein modificirter Fortsatz (Gelenksporn) des Hüftgliedes betrachtet werden muss. Abgesehen von diesen Coxalsäckchen besitzt Scolopendrella 2 Spinndrüsen, die an der Spitze der Spinngriffel *sg* am Endsegment des Körpers nach aussen münden, *dg*. Diese Drüsen gehören wahrscheinlich auch in die Kategorie der Coxaldrüsen und lassen die Spinngriffel als umgewandeltes letztes Gliedmaassenpaar erscheinen. Die Verhältnisse der Coxalsäckchen von Scolopendrella und der Coxaldrüsen der Myriapoden und Protracheaten (Peripatus) werfen nun viel Licht auf ähnliche Verhältnisse bei den niedersten Hexapoden, den Apterygoten. Bei Campodea finden

Fig. 315.

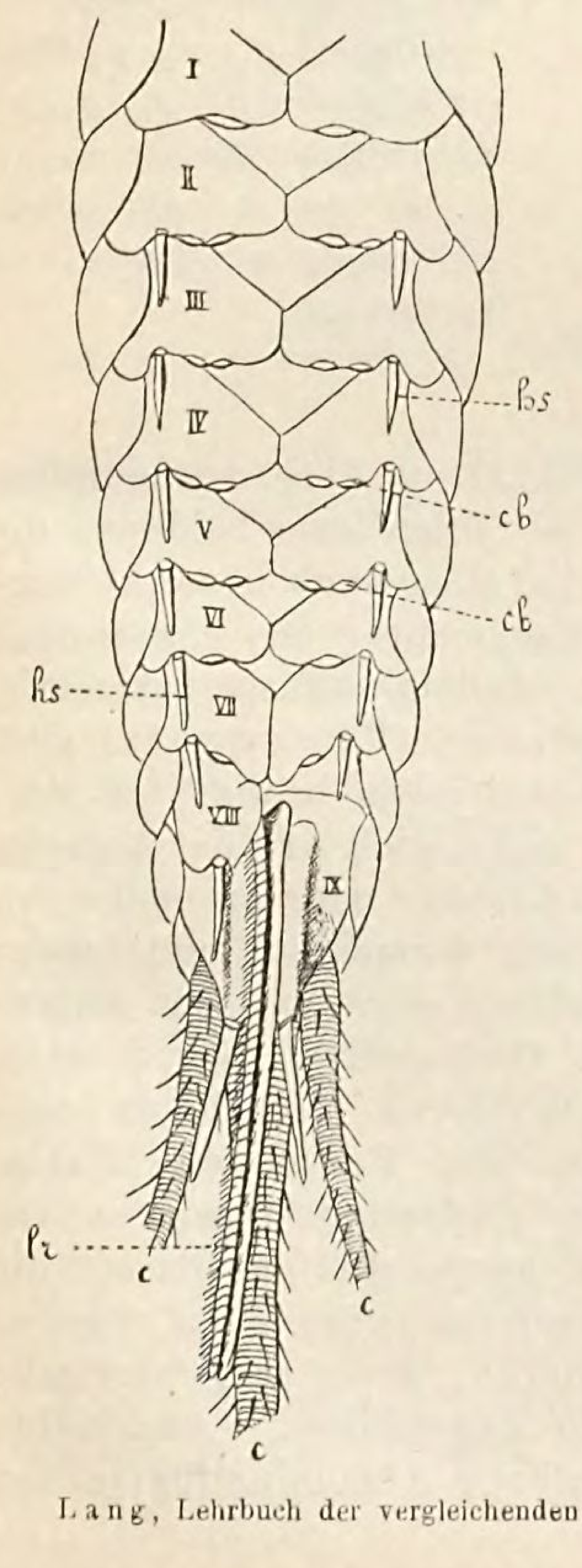


Fig. 316.

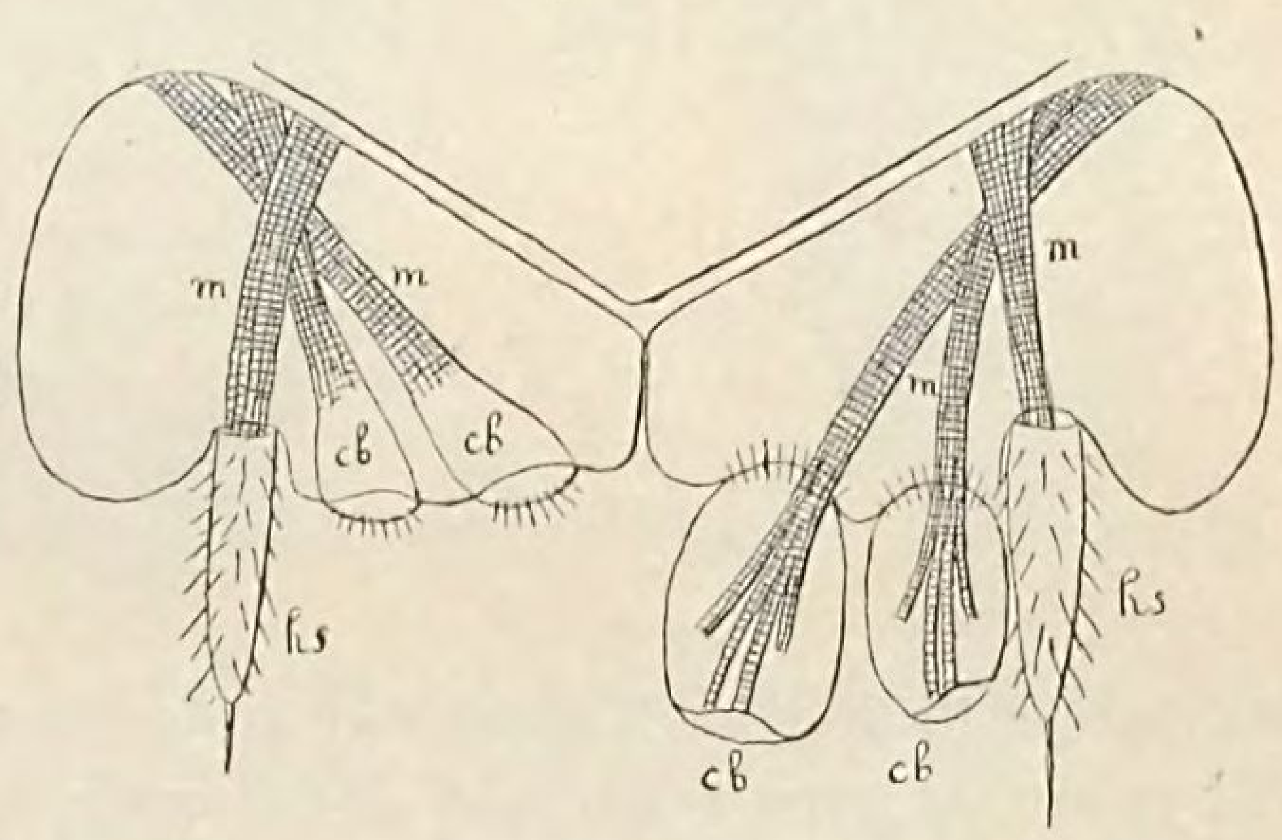


Fig. 315. **Bauchseite des Hinterleibes eines Weibchens von Machilis maritima** (nach Oudemans). Die linke Hälfte des 8. Bauchschildes ist entfernt. *I—IX* Segmente des Abdomens, *c* borstenförmige, gegliederte Anhänge (Cerci) des 10. Abdominalsegmentes, *cb* ausstülpbare Bläschen = in Rückbildung begriffene Coxaldrüsen, *hs* bewegliche Anhänge = Hüftsporne, muthmaassliche Rudimente von Abdominalfüssen, *lr* Legeröhre.

Fig. 316. **Ein Bauchschild von Machilis maritima**, mit zwei ausstülpbaren Bläschen (*cb*) jederseits. Links die Bläschen eingezogen, rechts ausgestülpt. *hs* Bewegliche Anhänge (Hüftsporne), *m* Muskeln derselben und der ausstülpbaren Bläschen. (Nach Oudemans.)

sich am ersten Abdominalsegment zwei undeutlich gegliederte Anhänge: rudimentäre Extremitäten. An den folgenden Abdominalsegmenten bis zum achten kommt jederseits auf der Bauchseite ein ausstülpbares Täschchen oder Säckchen vor, an dessen Aussenseite ein griffelartiger beweglicher Zapfen liegt. Diese Säckchen entsprechen offenbar den Coxalsäckchen von Scolopendrella und sind als in Rückbildung begriffene Coxaldrüsen zu betrachten, während der griffelförmige Fortsatz dem coxalen Sporne von Scolopendrella entspricht. Coxalsäckchen und Sporne von Campodea dürften deshalb als Reste zu Coxalgliedern von Abdominalgliedmaassen gehöriger Theile aufgefasst, kurz als Rudimente von Hüften bezeichnet werden. Aehnliche Ver-

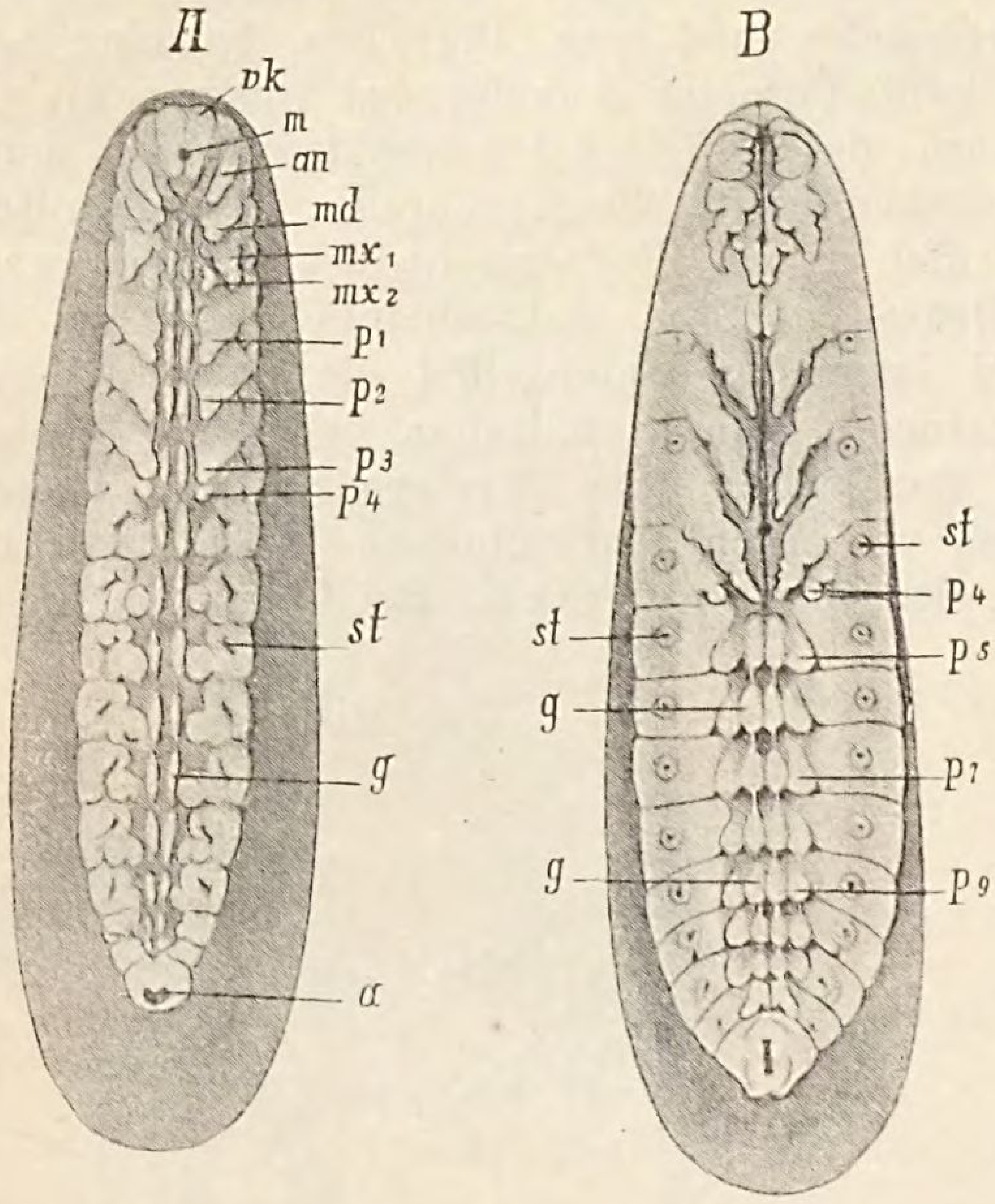


Fig. 317. ***A*** und ***B*** **Hydrophilus-Embryonen mit den Extremitätenanlagen** (nach HEIDER). Bei dem etwas älteren Embryo ***B*** sind die später verschwindenden Rudimente von Abdominalfüssen besonders deutlich zu sehen. *a* Afteröffnung, *an* Antenne, *g* Anlage der Bauchganglienkette, *m* Mundöffnung, *md* Mandibel, mx_1 1. Maxille, mx_2 2. Maxille (Anlage der Unterlippe), p_1, p_2, p_3 Thoraxbeinpaare, p_4, p_5, p_7, p_9 Extremitätenrudiment des 1., 2., 4. und 6. Abdominalsegmentes, *st* Stigmen, *vk* Vorderkopf.

hältnisse finden sich auch bei anderen Apteren (Fig. 315 u. 316), vornehmlich Thysanuren, doch können die Coxalrudimente auch fehlen oder bald auf die Säckchen, bald auf die Sporne beschränkt sein. Es muss noch bemerkt werden, dass die erwähnten Griffel an den Abdominalsegmenten der Thysanuren von manchen Forschern kurzweg als verkümmerte Abdominalfüsse betrachtet werden. Auch bei den geflügelten Hexapoden (Pterygota) sind vorübergehend auftretende Rudimente von Abdominalfüssen beobachtet worden. Sie kommen auf gewissen Embryonalstadien ganz nach Art der Anlagen der Brustfüsse als Höcker oder Stummel am vordersten, oder an mehreren vorderen, oder an allen Abdominalsegmenten zum Vorschein, um früher oder später wieder zu verschwinden. Beobachtet sind sie bei Käfern (Hydrophilus (Fig. 317 A u. B), Melolontha), Orthopteren (Gryllotalpa, Mantis, Periplaneta, Oecanthus, Blatta) und Trichopteren (Neophalax concinnus). Bei einigen Formen (Gryllotalpa, Oecanthus, Periplaneta, Blatta, Melolontha) werden sogar die Anlagen des ersten Abdominalfusspaares vor dem Ausschlüpfen des Embryos zu ansehnlichen, kurzgestielten Blasen, die mit den ausgestülpten Coxalsäckchen der Thysanuren verglichen werden können. Man hat ihnen, ebenso wie den letzteren, eine respiratorische Funktion zugeschrieben, freilich ohne genügende Begründung. Angesichts des weit verbreiteten Vorkommens von rudimentären Abdominalfüssen bei

den Embryonen geflügelter Insekten ist man berechtigt, die Frage aufzuwerfen, ob nicht die abdominalen Stummelfüsse (Afterfüsse) der Schmetterlings- und Blattwespenlarven (Raupen) Ueberbleibsel wirklicher Gliedmaassen, also nicht Neubildungen sind.

C) Die Flügel.

Flügel fehlen gänzlich bei den Myriapoden. Unter den Hexapoden sind die Apterygoten vollständig flügellos, und da bei ihnen weder beim erwachsenen Thiere noch auf irgendwelchen Entwickelungsstadien Rudimente von Flügeln oder von zu Flügeln gehörenden Organen vorkommen, so ist, in Uebereinstimmung mit andern ursprünglichen Organisationsverhältnissen der Apterygoten, die Annahme zur Zeit ziemlich gerechtfertigt, dass auch die Vorfahren der Apterygoten flügellos waren, dass, kurz gesagt, der flügellose Zustand bei ihnen, ebenso wie bei den Myriapoden und Protracheaten, ein ursprünglicher ist. Alle andern

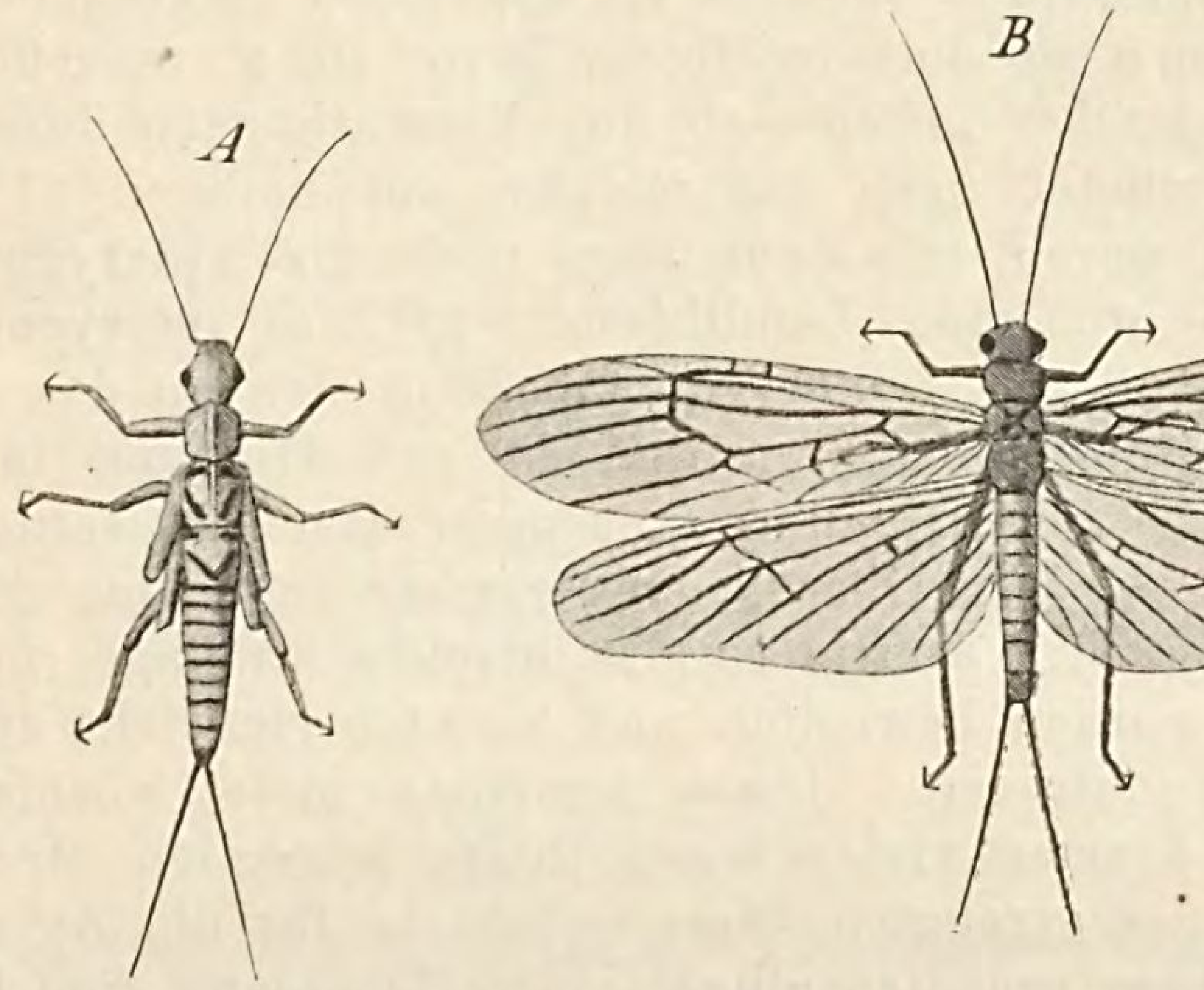


Fig. 318. *A* **Larve,** *B* **weibliche Imago von Capnia nigra** (Perlide). (Nach PICTET.)

Hexapoden (die Pterygoten) aber sind typisch mit Flügeln, und zwar ursprünglich mit 2 Paar Flügeln ausgestattet, und wenn innerhalb verschiedener Ordnungen der Pterygoten die Flügel auf ein Paar reducirt sind oder (entweder bei beiden Geschlechtern oder nur beim Weibchen) vollständig fehlen, so handelt es sich hier um einen abgeleiteten Zustand, um Thiere, welche die Flügel ihrer Vorfahren eingebüsst haben. Sehr häufig lassen sich bei solchen Insekten denn auch noch Rudimente von Flügeln oder zu Flügeln gehörender Organe nachweisen.

Die Flügel stellen dünne, lamellöse, ungegliederte Duplicaturen der Leibeswand, speciell des Integumentes dar. Die beiden Lamellen einer Flügelduplicatur liegen einander dicht an. Die Flügel sind, ähnlich wie ein Pflanzenblatt, geadert. Die Adern stellen grösstentheils Verdickungen der chitinigen Flügelcuticula dar. In den engen Binnenraum der Flügel treten Nerven und vornehmlich Tracheen ein, die sich in einer den Adern entsprechenden Weise verästeln. Auch Blutkanäle begleiten die Adern. — Die Anordnung der Adern ist systematisch sehr wichtig. Die genaue Untersuchung des Aderverlaufs, seiner Entwickelung und besonders die Erforschung im Schwunde begriffener rudimentärer oder „erloschener“ Adern hat zu dem Resultate geführt, dass die Flügel der verschiedenen Hexapodenordnungen zwar nicht auf einander, wohl

aber auf eine gemeinsame Flügelform zurückgeführt werden müssen. Es bestätigt demnach die Untersuchung der Flügel die Annahme, dass alle Ordnungen geflügelter Insekten von einer gemeinsamen geflügelten Stammgruppe abstammen.

Die 2 Paar Flügel sind Anhänge des Meso- und Metathorax der Insekten. Nie kommen mehr als 2 Paare vor. Ihre verjüngten Basaltheile sind mit den dorsalen Seitentheilen von Meso- und Metathorax gelenkig verbunden. Stark entwickelte Flügelmuskeln (siehe Musculatur) dienen zu ihrer Bewegung.

Das Problem der phylogenetischen Entstehung der Insektenflügel ist ausserordentlich schwierig und noch durchaus nicht gelöst. Denn die Entstehung dieser Organe ist nicht damit erklärt, dass man sagt, die Flügel sind Hautduplicaturen, die sich allmählich vergrössert und vom Körperstamm gelenkig abgesetzt haben. Die Flügel müssen doch in allen Stadien ihrer phylogenetischen Entwickelung bestimmte Funktionen ausgeführt haben. Ursprünglich konnten sie unmöglich Flugorgane gewesen sein. Welche Funktionen sie aber ausübten, bevor sie zu ausschliesslichen Flugorganen wurden, darüber lassen sich nur Vermuthungen äussern. Folgende Vermuthung erscheint noch am meisten annehmbar: 1) Die Vorfahren der Hexapoden waren, wie heutzutage noch die Apterygota, flügellose, durch Tracheen athmende Landthiere. 2) Die apterygotenartigen Vorfahren der Stammgruppe der Pterygoten passten sich an das Leben im Wasser an. Dorsale Hautduplicaturen dienten zur Athmung im Wasser. Die Entstehung solcher zur Athmung dienenden Hautduplicaturen bietet keine Schwierigkeiten, da jede Oberflächenvergrösserung, eine kleine wie eine grosse, von Nutzen ist. 3) Die respiratorischen Anhänge (in die sich Tracheen fortsetzten) wurden beweglich und konnten vielleicht zur Fortbewegung (Schwimmen) beitragen. Diese Annahme bietet ebenfalls keine Schwierigkeit, da die Kiemen vieler Wasserthiere beweglich sind und die Beweglichkeit wegen des erzeugten Wasserwechsels für die Athmung von Nutzen ist. 4) Bei einem erneuten allmählichen Uebergang zum Landleben trat allmählich die respiratorische Funktion zurück und die locomotorische in den Vordergrund. Hier liegt indess der schwierigste Punkt. Man kann indess annehmen, dass die Thiere schon zu der Zeit, da sie noch im Wasser lebten, sich vermittelst der Schwingungen ihrer Kiemenblätter über das Wasser emporzuschnellen vermochten, ähnlich, wie es fliegende Fische mit ihren Brustflossen thun.

Die Beschränkung der Flügel auf die 2 Paare des Meso- und Metathorax wird wohl in mechanischer Weise als zur Fortbewegung des Körpers durch Fliegen besser geeignet erklärt werden müssen. Unter den lebenden Insekten zeigt sich sogar unzweideutig eine Tendenz zur stärkeren Ausbildung nur eines Flügelpaares, und bei den Dipteren ist nur eines flugfähig entwickelt.

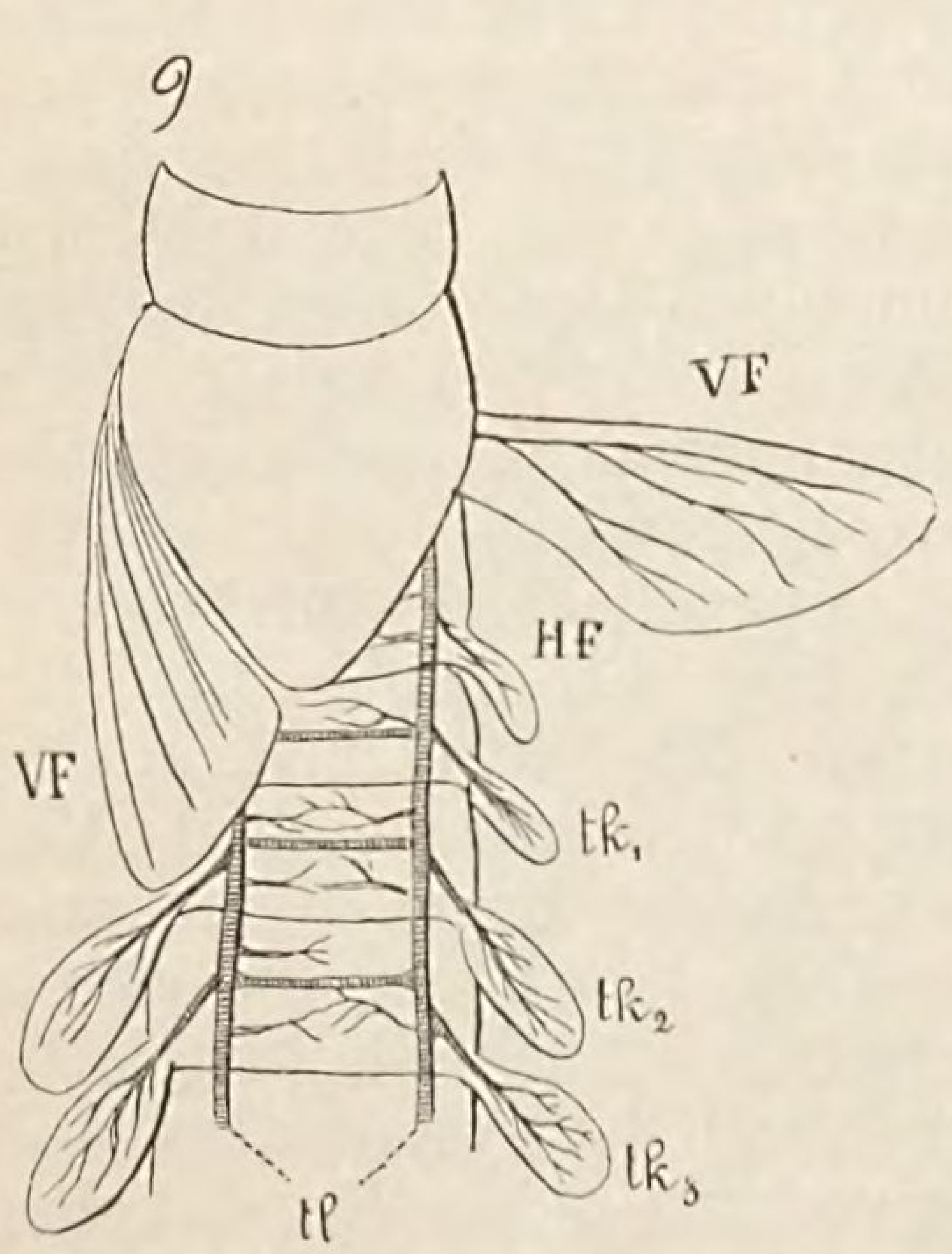


Fig. 319. **Thorax und vordere Abdominalsegmente der Larve von Cloeon dimidiatum** (Ephemeride), mit Tracheenkiemen (tk_1, tk_2, tk_3) und den Anlagen der Vorderflügel (*VF*) und Hinterflügel (*HF*). *tl* Tracheenlängsstämme. (Nach V. Graber.)

Als Paradigmata für das vermuthete Auftreten von zur Athmung im Wasser dienenden Hautduplicaturen bei den ältesten Vorfahren der geflügelten Insekten können die sogenannten Tracheenkiemen der Phryganiden-, Sialiden- und Ephemeridenlarven dienen. Die Phryganidenlarven leben im Wasser in selbstverfertigten Wohnröhren und besitzen am weichhäutigen Abdomen fadenförmige Anhänge, in welche Tracheenäste hineintreten. Solche Anhänge werden als Tracheenkiemen bezeichnet. Aehnliche Anhänge finden sich am Abdomen der Sialidenlarven. Bei den frei im Wasser lebenden Ephemeridenlarven finden sich an den Segmenten des Hinterleibs 6 oder 7 Paar seitliche, bewegliche Tracheenkiemen (Fig. 319, 343, 344), welche bald büschelförmig, bald blatt- oder fadenförmig sind. Ein vorderes Paar kann sogar zu einer Art Kiemendeckel entwickelt sein, indem es die hinteren schützend bedeckt. Alle diese Tracheenkiemen sind offenbar in Form von Hautduplicaturen und in Anpassung an das Wasserleben entstandene Athmungsorgane. Wo sie blattförmig sind, verästeln sich die in sie eintretenden Tracheen mehr oder weniger reichlich. Sie werden in ganz ähnlicher Weise angelegt wie die Flügel und bestehen bei den älteren Larvenstadien neben den Flügelanlagen fort (Fig. 319).

Versuche, die Flügel der Insekten auf Organe ziemlich weit abliegender Thierabtheilungen, wie etwa auf Rückenkiemen von Borstenwürmern oder Rückenduplicaturen von Crustaceen zurückzuführen, sind wohl kaum glücklich. Es wären in diesem Falle die Flügel uralte Organe, und man müsste sich wundern, dass sie bei keinem Insektenembryo der Anlage nach auftreten.

Ueber die specielle Gestalt und das Verhalten der Flügel bei den verschiedenen Insektenordnungen ist in der systematischen Uebersicht Einiges mitgetheilt worden.

II. Das Integument.

Das Integument ist nach dem nämlichen Typus wie bei den Crustaceen und allen übrigen Arthropoden gebaut. Den Körper überzieht in Form eines Exoskelets eine chitinige Cuticula, welche, bald fester, bald biegsamer, bald dicker, bald dünner, sowohl an den verschiedenen Abschnitten des Körpers und seiner Anhänge, als in den verschiedenen Abtheilungen des Systems die verschiedensten Modifikationen darbieten kann. Die Kenntniss der Beschaffenheit des Exoskelets an den verschiedenen Körpertheilen ist systematisch von grosser Bedeutung, ebenso die Kenntniss der Borsten, Haare, Schuppen u. s. w., welche in die Kategorie der Cuticularbildungen gehören. Das die Chitincuticula abscheidende Körperepithel wird auch hier als Hypodermis bezeichnet.

Bei den Häutungen, welche die Metamorphose der Antennaten und das Wachsthum der Larven begleiten, wird das ganze Exoskelet mitsammt der chitinigen Intima der damit ausgestatteten Darmabschnitte und mitsammt der chitinigen Intima der Tracheen und Ausführungsgänge von Drüsen abgeworfen. Die abgestreiften Chitinhäute werden als Exuvien bezeichnet.

Hautdrüsen sind bei den Antennaten weit verbreitet, kommen in ausserordentlich zahlreichen Modifikationen vor, münden an den verschiedensten Körperstellen nach aussen und secerniren Sekrete von sehr wechselnder Beschaffenheit. Eine vergleichende Bearbeitung derselben auf Grund umfassender Untersuchungen ist ein dringendes Bedürfniss. Es wäre vor allem wichtig, zu untersuchen, welche Drüsen bei den Antennaten den Coxal-

und Spinndrüsen von Peripatus entsprechen und ob und welche Drüsen als umgewandelte Nephridien zu deuten sind. Zur Entscheidung solcher Fragen liegen die nothwendigen vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Beobachtungen noch nicht vor.

Zu den auf der äusseren Haut ausmündenden Drüsen kann man zunächst die Speicheldrüsen rechnen, da sie in unmittelbarer Nähe des Mundes ausmünden. Sie sind bei den Antennaten allgemein verbreitet, liegen gewöhnlich zu Seiten des Vorderdarms im Kopf oder in der Brust und kommen in 1—3 Paaren vor. Sie stellen entweder einfache Schläuche oder reichlich gelappte acinöse Drüsen dar oder zerfallen jederseits in 2 oder mehrere Drüsensäckchen. Fast immer aber vereinigen sich die Ausführungsgänge der Drüsen einer Seite zu einem gemeinsamen Gang und schliesslich die beiderseitigen Gänge zu einem unpaaren ausleitenden Kanal, welcher meist an der Unterlippe oder am Hypopharynx, jedenfalls immer in unmittelbarer Nähe des Mundes nach aussen mündet. Nicht selten findet sich jederseits eine Anhangsblase (Speichelbehälter) am Ausführungsgang. Es kommt auch vor, dass zwei seitliche, getrennte, äussere Oeffnungen für ein Speicheldrüsenpaar vorhanden sind, indem das unpaare Endstück fehlt. Wo mehrere Drüsenpaare vorhanden sind, können sie von einander getrennt, gewöhnlich aber jedes Paar mit einem gemeinsamen Endstück, ausmünden.

Die Speicheldrüsen stellen, soweit ihre Entwickelung bekannt ist, Einstülpungen des Mundrandes des Stomodaeums dar. Es liegen Beobachtungen vor, nach welchen sich der unpaare Ausführungsgang erst secundär bildet und die beiden Speicheldrüsen aus paarigen Anlagen hervorgehen.

Spinndrüsen (Sericterien) kommen bei vielen Insektenlarven vor und sind besonders stark bei solchen entwickelt, welche sich verpuppen (z. B. die Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven). Ihr an der Luft erhärtendes Fadensekret bildet die Gespinnste, aus denen die Puppenhülle besteht, kann aber auch zu anderen Zwecken dienen. Es handelt sich bei den Spinndrüsen um paarige, langgestreckte, oft den ganzen Körper durchziehende, gewundene Drüsenschläuche, bei denen die Drüsenzellen des Epithels oft eine enorme Grösse erreichen und netzförmig verästelte Zellkerne besitzen. Die beiden Ausführungsgänge vereinigen sich, wie bei den Speicheldrüsen, zu einem unpaaren Endstück, dessen äussere Oeffnung ebenfalls am Munde gelegen ist. Mit den Ausführungsgängen können ebenfalls accessorische Drüsen in Verbindung stehen. Die Ausführungsgänge dieser und anderer Hautdrüsen besitzen eine chitinige Intima, die in ähnlicher Weise wie die Tracheenintima in einer niedergedrückten Spirallinie verdickt sein kann.

Die Spinndrüsen von Scolopendrella sind schon bei Gelegenheit der Besprechung rudimentärer Abdominalgliedmaassen erwähnt worden. Auch die dort citirten, durch die Analporen des Aftersegmentes und die Pleuralporen des letzten beintragenden Segmentes ausmündenden Drüsen sollen Spinndrüsen sein.

Wenn man sich der bei den Protracheaten bestehenden Verhältnisse erinnert, so kann man zu der Vermuthung kommen, dass die Speicheldrüsen der Antennaten ebenfalls umgewandelte Nephridien sind, und dass die Spinndrüsen in die Kategorie der Coxaldrüsen und parapodialen Borstendrüsen gehören. Vergl. darüber auch den Abschnitt über Rudimente von Abdominalfüssen bei Hexapoden.

Von den zahlreichen andern bei den Antennaten zur Beobachtung gelangten Hautdrüsen lässt sich der morphologische Werth zur Zeit durchaus nicht bestimmen. Wir können nur einige derselben namhaft machen.

In der Myriapodenabtheilung der Diplopoden kommen sogenannte Stink- oder Wehrdrüsen vor, welche durch die „Foramina repugnatoria“ auf der Rückenseite einer wechselnden Anzahl von Rumpfsegmenten ausmünden. Diese Foramina sind entweder paarig und liegen dann seitlich, oder unpaar und liegen dann in der Mittellinie. (Das Sekret der Wehrdrüsen enthält bei Paradesmus gracilis Blausäure.)

Diese Wehrdrüsen, von denen auf ein Doppelsegment nur ein Paar kommt, sind als modificirte Nephridien betrachtet worden.

In die Kategorie der Wehrdrüsen gehören vielleicht die durch unpaare ventrale Poren ausmündenden Drüsen der Geophiliden unter den Chilopoden.

Stinkdrüsen, die ein stark riechendes, offenbar den Thieren zum Schutze gereichendes Sekret liefern, kommen auch bei manchen Insekten (vornehmlich bei Wanzen, Käfern und Orthopteren) bald paarig, bald unpaar und an verschiedenen Körperstellen ausmündend vor. Bei manchen Käfern stellen sie Anhangsorgane des Rectums dar. Eine specielle Aufzählung der zahlreichen Befunde bietet zur Zeit von einem vergleichend-anatomischen Gesichtspunkte aus kein Interesse.

Giftdrüsen. Die Kieferfüsse der Chilopoden enthalten eine Giftdrüse, deren äussere Oeffnung an der Endklaue liegt. Bei den Weibchen vieler Hymenopteren kommt eine Giftdrüse vor, die ihr Sekret in einen complicirt gebauten, am Hinterleibsende gelegenen Stachelapparat ergiesst. Die Giftdrüse selbst besteht aus 2 einfachen oder verästelten Drüsenschläuchen, die mit gemeinsamem unpaaren Endstück in das blinde Ende einer Giftblase einmünden. (Vergl. Fig. 348 A, pag. 502).

Beindrüsen finden sich bei vielen Insekten an den Endgliedern der Brustbeine.

Wachsdrüsen kommen bei vielen Rhynchoten (Aphiden, Cocciden) vor. Sie liegen entweder auf dem Rücken in Querreihen oder in der Umgebung des Afters und sondern Wachsfäden, Wachsplättchen u. s. w. ab, welche zur Herstellung eines Rückenschildes oder eines den Körper bedeckenden Flaumes, oder zur Umhüllung der Exkremente eine verschiedenartige Verwendung finden.

Als Rectaldrüsen bezeichnet man im Rectum der Insekten sehr allgemein vorhandene Papillen oder Wülste mit drüsigem Epithel.

Bei Mantis mündet eine Drüse an den Hüften des ersten Beinpaares (Coxaldrüse?).

III. Die Musculatur.

Die Art und Weise der Anordnung der Muskeln im Körper und ihr Verhältniss zum Exoskelet ist eine ganz ähnliche wie bei den Crustaceen. Man vergleiche das dort Gesagte. Die Musculatur erscheint in eine oft sehr grosse Anzahl von Einzelmuskeln aufgelöst, die zur Bewegung der Segmente, der Körperregionen, der Gliedmaassen und ihrer einzelnen Glieder, der Mundtheile, der Legescheiden, Stacheln u. s. w. in bestimmter zweckentsprechender Weise angeordnet sind. Der grösste Theil der Muskeln des Stammes dürfte sich auf ein paariges System dorsaler und ventraler intersegmentaler Längsmuskeln zurückführen lassen. Während sich bei den Myriapoden entsprechend der homonomen Gliederung des Körperstammes die Musculatur in allen Rumpfsegmenten in gleichartiger Weise wiederholt, ist bei den Hexapoden die Musculatur im Kopf, Thorax und Abdomen sehr verschiedenartig ausgebildet. Sehr stark ist die Musculatur

des Thorax, auf dessen drei Segmente die im Dienste der Fortbewegung stehenden Gliedmaassen beschränkt sind und welcher die Flügel trägt. Die zur Bewegung dieser letzteren dienenden Flugmuskeln nehmen in den Seitentheilen des Thorax einen vorwiegend dorso-ventralen Verlauf. Unter ihnen spielen für jeden Flügel ein Heber und ein Senker die wichtigste Rolle.

Die Körpermusculatur ist quergestreift.

IV. Der Darmkanal.

Der Mund liegt am Kopf zwischen den Mundtheilen, der After überall am Endsegmente des Abdomens. Der Darmkanal nimmt bei den meisten Myriapoden und den Apterygoten unter den Insekten einen gestreckten Verlauf durch den Körper, ist also nicht länger als der letztere. Bei den geflügelten Insekten hingegen zeigt er meist mehr oder weniger ausgesprochene Windungen, die bei den Larven fehlen oder doch nicht so stark entwickelt sind. Ueberall zerfällt er in die bekannten drei Abschnitte: den aus dem ectodermalen Stomodaeum hervorgehenden Vorderdarm, den entodermalen Mitteldarm und den aus dem ectodermalen Proctodaeum hervorgehenden Enddarm. Diese drei Abschnitte sind meist deutlich von einander abgegrenzt. Jeder derselben kann, vornehmlich bei den Insekten, wieder in weitere Unterabschnitte zerfallen und besondere Anhangsorgane (in Form von Divertikeln) darbieten. Ganz besonders charakteristisch (nur bei einzelnen Apterygoten fehlend) sind faden- oder schlauchförmige Divertikel des Enddarmes, die in wechselnder Zahl auftreten, als Exkretionsorgane fungiren und den Namen der MALPIGHI'schen Gefässe erhalten haben. Die am Mund oder in der Nähe desselben ausmündenden Speicheldrüsen und die Spinndrüsen der Larven sind schon besprochen worden.

Myriapoden. Der Darmkanal nimmt einen gestreckten Verlauf, nur bei Glomeriden zeigt er in seinem hintern Theile Windungen. Der Mitteldarm ist mit zahlreichen kurzen Leberschläuchen besetzt. In den Anfangstheil des Enddarmes münden ein oder zwei Paar langgestreckte, dem Darm entlang verlaufende und sich häufig um ihn herum windende MALPIGHI'sche Gefässe.

Hexapoden. Abgesehen von den Apterygoten und den Larven der meisten Insekten, deren gestreckter Darmkanal keine Complikation darbietet, kann jeder der drei Hauptabschnitte des Darmkanals der Insekten besondere Differenzirungen aufweisen. Diese sind vornehmlich bei den räuberischen Insekten in mannigfaltiger Weise entwickelt, während der Darmkanal der Pflanzenfresser im Allgemeinen einförmiger, dafür aber stärker gewunden ist.

Der Vorderdarm zerfällt häufig in drei Abschnitte: 1) einen Pharynx oder eine Mundhöhle, 2) eine enge, durch den Schlundring hindurchtretende Speiseröhre (Oesophagus) und 3) einen verschieden gestalteten, sackförmig erweiterten Vormagen. Dieser letztere kann als gesonderter Abschnitt fehlen. Ist der Vormagen mit einer stärkeren Muskelwand versehen, so wird er als Kropf (Ingluvies) bezeichnet. Bei der Honigbiene wird er Honigmagen genannt. Bei Insekten mit saugenden Mundtheilen, ganz besonders bei Lepidopteren (Fig. 349, pag. 503) und Dipteren, schnürt er sich in Form einer gestielten Blase ab, welche sich in den hintern Theil des Vorderdarmes öffnet und unpassend als Saugmagen,

besser vielleicht als Speisebehälter bezeichnet wird. Zwischen Kropf und Mitteldarm schiebt sich bei vielen Raubinsekten (vielen Coleopteren, Neuropteren und Orthopteren) ein musculöser Kaumagen ein, dessen chitinige Intima stark verdickt ist und in Form von Zacken, Stacheln, Leisten, Zähnen u. s. w. in das Lumen in einer Weise vorspringt, dass der Querschnitt des Kaumagens ein äusserst zierliches Bild darbietet. Mit dem Pharynx steht bei einigen Rhynchoten ein eigenthümlicher Pumpapparat in Verbindung.

Fig. 320.

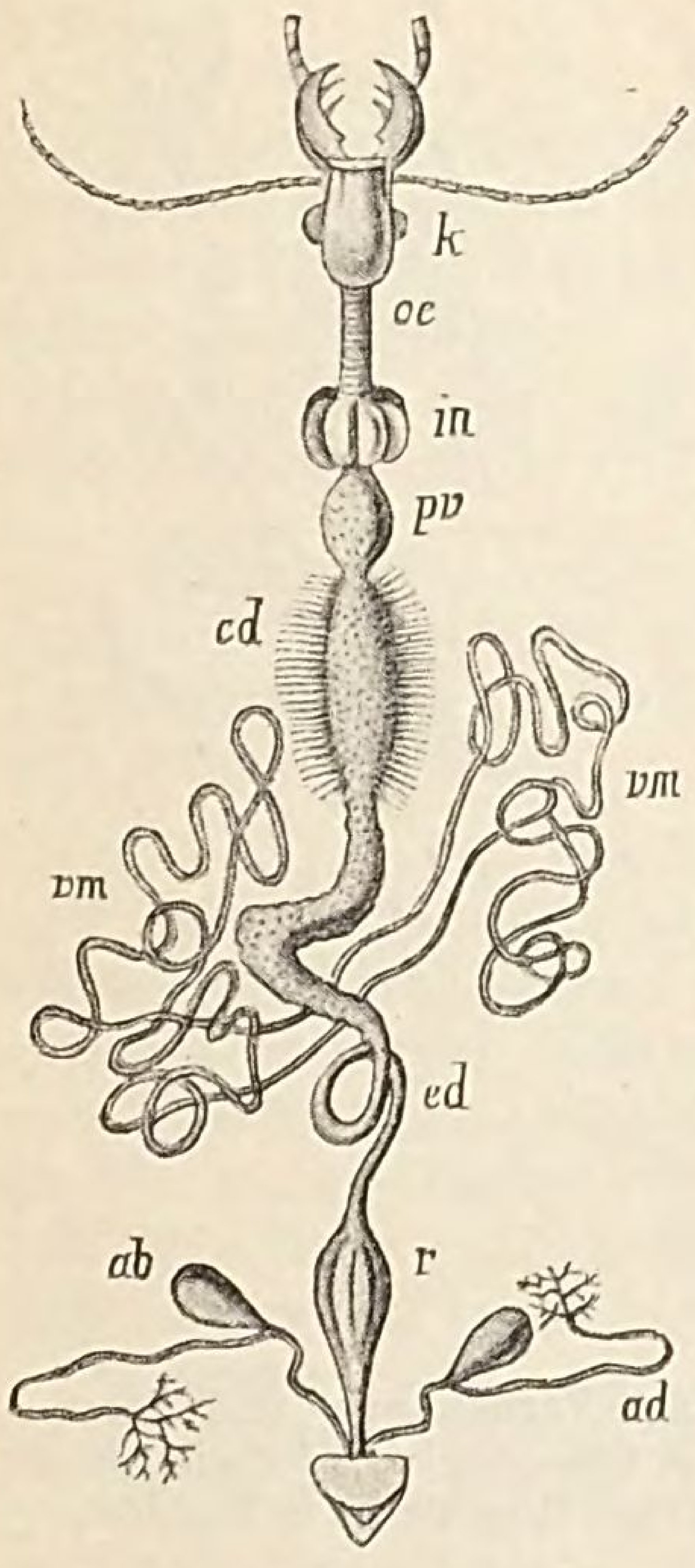


Fig. 321.

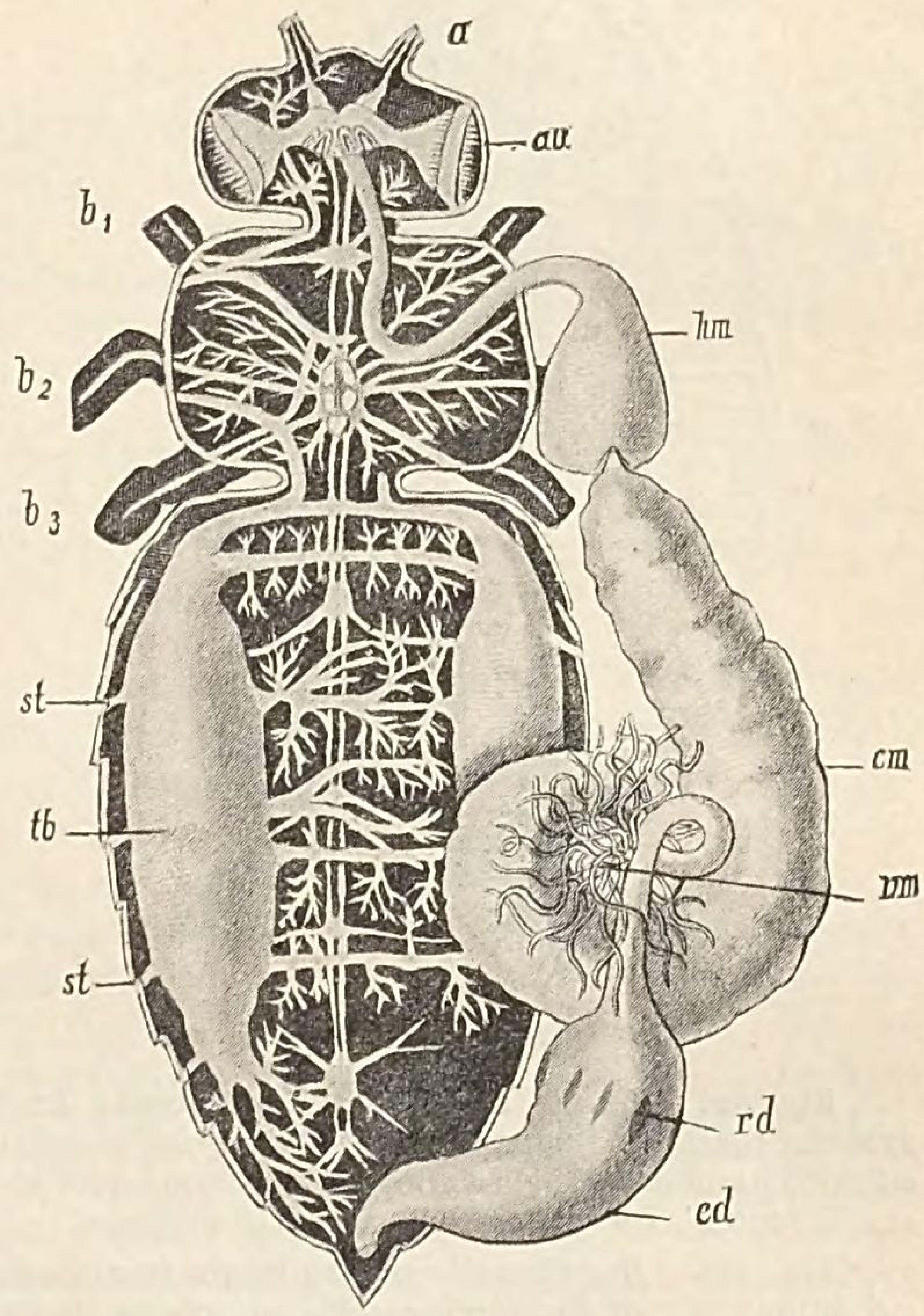


Fig. 320. **Verdauungsapparat von Carabus auratus** (nach Dufour). *k* Kopf mit Mundtheilen, *oe* Oesophagus, *in* Kropf (Ingluvies), *pv* Kaumagen, *cd* Chylusmagen mit Zöttchen besetzt, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *ed* Enddarm mit Rectum (*r*), *ad* Analdrüsen mit musculöser Anhangsblase *ab*.

Fig. 321. **Nerven-, Tracheen- und Verdauungssystem der Honigbiene** (nach Leuckart). Die feinen Verästelungen des Tracheensystems sind nicht dargestellt, das Tracheensystem auf der rechten Seite der Figur nur theilweise gezeichnet. *au* Facettenauge, *a* Antenne, b_1, b_2, b_3 die 3 Beinpaare, *tb* der zu einer grossen Blase angeschwollene Theil des Tracheenlängsstammes, *st* Stigmen, *hm* Honigmagen, *cm* Chylusmagen, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *rd* Rectaldrüsen, *ed* Enddarm.

Der Vorderdarm ist innen von einer chitinigen Intima, der Fortsetzung des chitinigen Exoskeletes, ausgestattet.

Der im Abdomen liegende Mitteldarm ist der für die Resorption wichtigste Abschnitt des Darmkanals, sein Epithel besteht aus Drüsenzellen und springt häufig in Form von Falten oder Zöttchen in das Lumen

vor. Er stellt ein ziemlich weites, oft in Windungen verlaufendes Rohr dar, an dem sich häufig ein vorderer erweiterter Theil als Chylusmagen von einem längeren und dünneren hinteren Theil (Dünndarm) unterscheiden lässt. Der Chylusmagen ist bei Raubkäfern mit kurzen Divertikeln wie mit Zotten besetzt; bei Orthopteren münden längere Divertikel in seinen Anfangstheil.

Fig. 322.

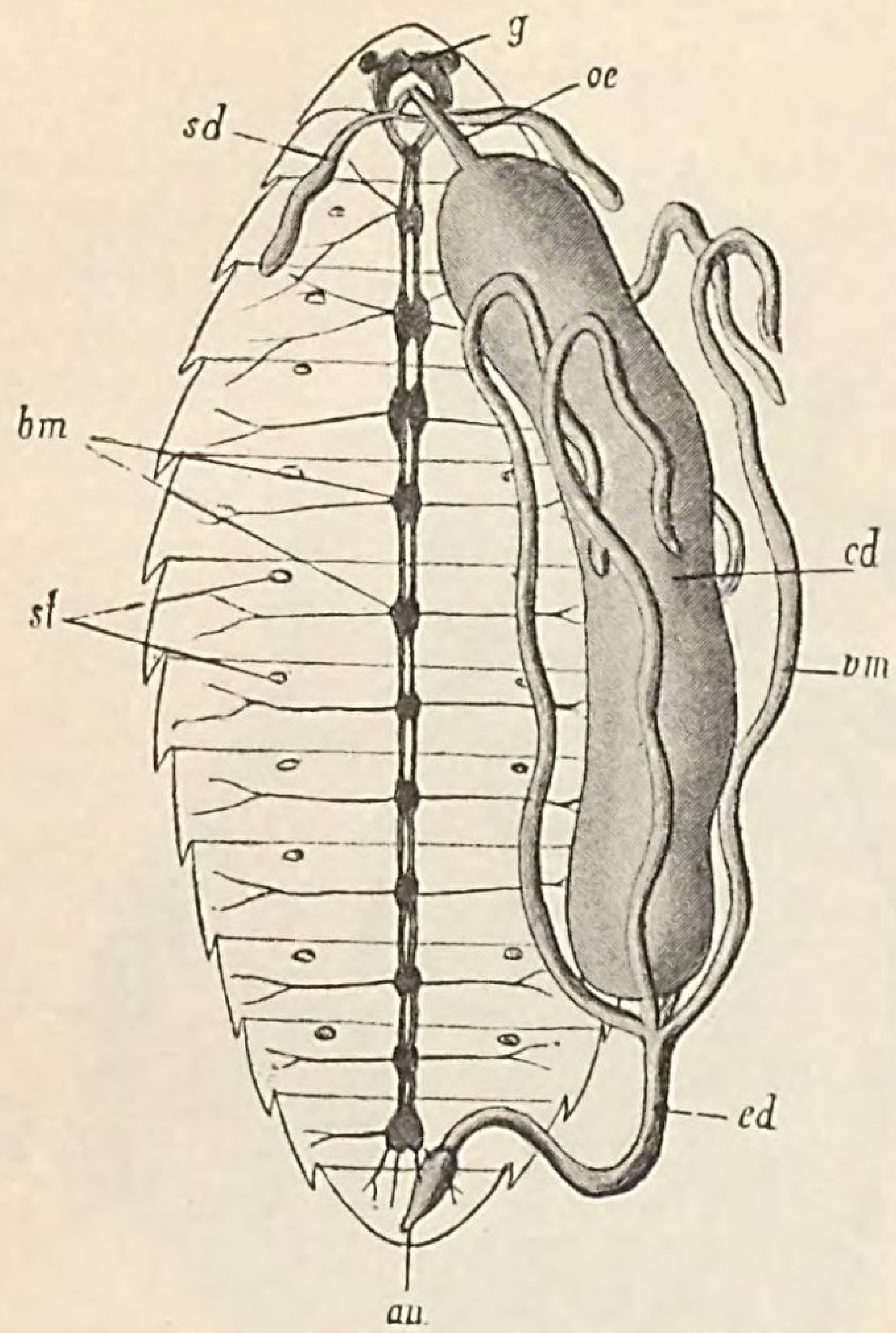


Fig. 323.

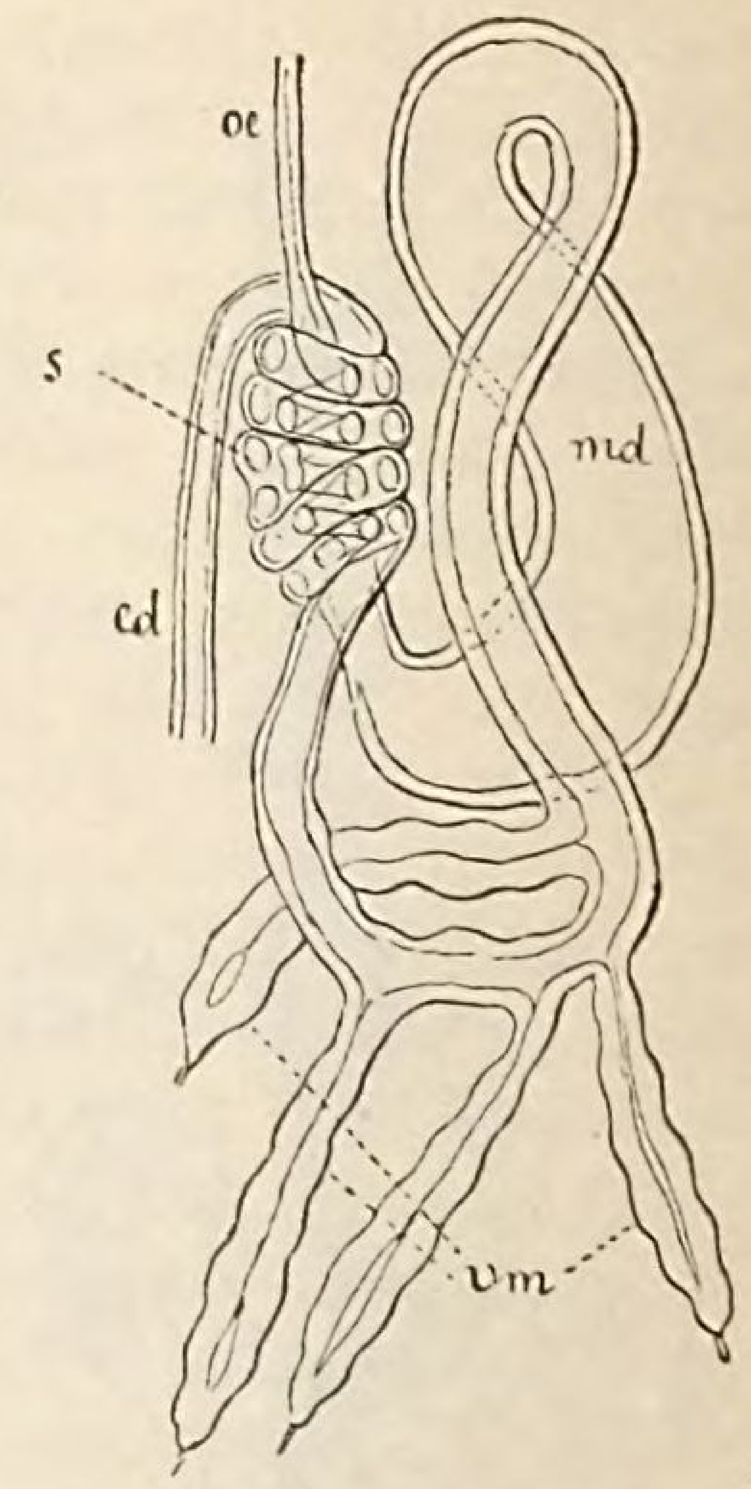


Fig. 322. **Larve (Made) der Honigbiene; Anatomie des Verdauungs- und Nervensystems** (nach R. Leuckart). *g* Gehirn, *bm* Bauchmark, *oe* Oesophagus, *sd* Spinndrüsen, *cd* Mitteldarm oder Chylusdarm, *ed* Enddarm, noch nicht mit dem Mitteldarm in Verbindung, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *an* After, *st* Stigmen.

Fig. 323. **Darmkanal von Psyllopsis fraxinicola** (nach Witlaczil). *oe* Oesophagus, *md* Mitteldarm, *ed* Enddarm, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *s* Stelle, wo sich der Enddarm mit dem vordersten Theile des Mitteldarmes verschlingt.

Der Enddarm ist innen von einer zarten chitinigen Intima ausgekleidet und besitzt eine an dem mit dem After ausmündenden Endtheile oft ansehnliche Muskelwand. Seine Länge wechselt, oft ist er ansehnlich lang und in Schlingen gelegt.

Die Grenze zwischen Mittel- und Enddarm lässt sich oft schwer bestimmen, da eine Intima auch am Mitteldarm vorkommen kann und die ontogenetische Entwickelung des Mitteldarms noch nicht genügend aufgeklärt ist. Ziemlich willkürlich nimmt man an, dass der Enddarm da anfängt, wo die Malpighi'schen Gefässe einmünden. Wenn diese letzteren nun auch zweifellos Bildungen des Enddarmes sind, so brauchen sie doch nicht immer an seinem vorderen Ende aufzutreten. Der Enddarm lässt häufig wieder verschiedene Unterabschnitte erkennen. Der letzte Abschnitt des Enddarmes trägt bisweilen einen unpaaren Blindsack. Es können auch paarige

Analdrüsen (Stinkdrüsen) in denselben münden. Die als Drüsen gedeuteten Analpapillen und Analwülste sind schon erwähnt worden.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Darm bei gewissen Rhynchoten (Psylliden und Cicaden). Mitteldarm und ein Theil des Enddarmes bilden eine Schlinge (Fig. 323). Die beiden Schenkel der Schlinge sind eine Strecke weit miteinander verwachsen und an der Verwachsungsstrecke umeinander gewunden.

Bei einigen Larven von Hymenopteren, Neuropteren (Myrmeleon) und Dipteren (Pupiparen) steht der Mitteldarm noch nicht mit dem ausschliesslich exkretorisch thätigen Enddarm in Verbindung, sondern endigt hinten blind (Fig. 322).

Die MALPIGHI'schen Gefässe. Es sind langgestreckte, meist fadenförmige Anhänge, welche als Ausstülpungen des Proctodaeums angelegt werden. Ihre grossen Epithelzellen (mit oft verästelten Zellkernen) enthalten gefärbte, harnsäurehaltige Concremente. Bisweilen fehlt den MALPIGHI'schen Gefässen ein deutliches Lumen; sie bestehen dann aus wenigen Zellreihen. Die Zahl der MALPIGHI'schen Gefässe ist ebenso verschieden wie die Art ihrer Einmündung in den Enddarm.

Apterygota. MALPIGHI'sche Gefässe fehlen bei Iapyx und den Collembola. Bei Campodea finden sich ca. 16, sie sind hier kurz; bei den übrigen Thysanuren sind sie lang, 4—8 an der Zahl. Je 2 Fäden vereinigen sich vor der Einmündung.

Pterygota. Die MALPIGHI'schen Gefässe sind entweder sehr zahlreich und dann relativ kurz, oder wenig zahlreich (2—8) und dann lang. Zahlreiche Gefässe besitzen die Dermaptera (ca. 30), Ephemeridae (ca. 40), Odonata (50—60), Plecoptera (40—50), Orthoptera (30—50 und mehr) und Hymenoptera (sehr zahlreich, oft über 100, selten unter 12). Wenige (2—8) MALPIGHI'sche Gefässe besitzen die Corrodentia (4—6), Thysanoptera (4), Rhynchota (2—4), Neuroptera (4—6), Panorpatae (6), Trichoptera (6), Lepidoptera (6, selten 2 oder 4), Diptera (4 oder 5), Siphonaptera (4) und Coleoptera (4—6). Was die Einmündungsweise der MALPIGHI'schen Gefässe in den Enddarm anbetrifft, so mündet in den meisten Fällen jedes Gefäss gesondert für sich. Bisweilen aber vereinigen sich die Gefässe jederseits zu einem gemeinsamen Ausführungsgang, bisweilen münden auch die Ausführungsgänge in ein gemeinsames, unpaares Endstück. Hie und da öffnen sich die Gefässe in eine paarige oder unpaare Harnblase, welche dem Enddarm aufsitzt. Beispiele: Aphiden. Jederseits 2 Gefässe, die sich jederseits vor der Einmündung zu einem gemeinsamen Gang verbinden. Aletia, Danais (Lepidoptera). Jederseits 3 Gefässe mit gemeinsamem kurzen Endstück jederseits (Fig. 349, pag. 503). Galleria (Lepidoptera). Ein unpaares Endstück, in welches 5 oder 6 verästelte Gefässe einmünden. Ephippigera und die Grylloden (Orthoptera). Zahlreiche Gefässe, die, zu einem Büschel vereinigt, durch einen gemeinsamen langen Ductus excretorius in den Enddarm münden. Orthezia (Cocciden). Jederseits 2 Gefässe, die sich jederseits vereinigen. Die beiden Endgänge münden selbst wieder in ein unpaares Endstück. Noctuinenpuppe. 3 Paar Gefässe münden, paarweise vereinigt, in eine unpaare Harnblase. Lygaeus (Hemiptera). Jederseits 2 Gefässe, die jederseits in eine Harnblase münden.

Bisweilen ist die Zahl der MALPIGHI'schen Gefässe bei der Larve kleiner als beim erwachsenen Thier. So besitzt die Larve der Honigbiene (Fig. 322) nur 4 Gefässe. Bei Blattiden und Grylloden nimmt die Zahl während der

allmählichen Verwandlung zu. Die Schmetterlingsraupen besitzen gewöhnlich dieselbe Zahl wie die Erwachsenen. Nur die Jugendformen der Termiten sollen zahlreichere Gefässe besitzen als die Erwachsenen.

V. Das Nervensystem

tritt in der für die Arthropoden charakteristischen Form auf und besteht aus dem Gehirn (oberen Schlundganglion), den Schlundcommissuren und dem Bauchmark. Das im Kopf über dem Schlunde gelegene Gehirn erreicht oft (ganz besonders bei den hochentwickelten Hymenopteren) einen hohen Grad der Ausbildung und ist durch Lappenbildungen (Ganglion opticum, Riechlappen u. s. w.) ausgezeichnet. Aus ihm entspringen die Nerven für die am Kopfe liegenden Sinnesorgane: die Augen, Antennen und an den Antennen befindliche Riechorgane. An dem Bauchmark können wir immer einen Kopftheil von einem Rumpftheil unterscheiden. Der erstere wird durch das untere Schlundganglion gebildet, welches aus den verschmolzenen, beim Embryo oft gesondert angelegten Ganglien der Mundgliedmaassen zusammengesetzt ist. Das Bauchmark des Rumpfes dürfte ursprünglich aus ebensoviel durch Längscommissuren verbundenen Doppelganglien bestehen, als Rumpfsegmente vorhanden sind, doch sind immer einige der letzten Rumpfsegmente zu einem meist etwas grösseren Endganglion verschmolzen. In einer solchen nicht concentrirten Gestalt erhält sich das Bauchmark bei den Myriapoden, Apterygoten und manchen geflügelten Insekten, besonders auch bei sehr vielen Insektenlarven. Doch tritt vielfach, und zwar innerhalb verschiedener Insektenordungen, eine mehr oder weniger weitgehende Concentration des Bauchmarks in ganz ähnlicher Weise ein, wie dies bei den Krebsen geschildert wurde. Diese Concentration kommt durch Verschmelzung von Ganglienpaaren zu Stande, kann sowohl im Abdomen als im Thorax eintreten und schreitet gewöhnlich (nicht immer) sowohl im Thorax als im Abdomen von hinten nach vorn fort. Es kann sogar (Parallelfall zu den Brachyuren und manchen Copepoden) eine Vereinigung der verschmolzenen Ganglien des Thorax und Abdomens zu einer grossen Brustganglienmasse eintreten; solche

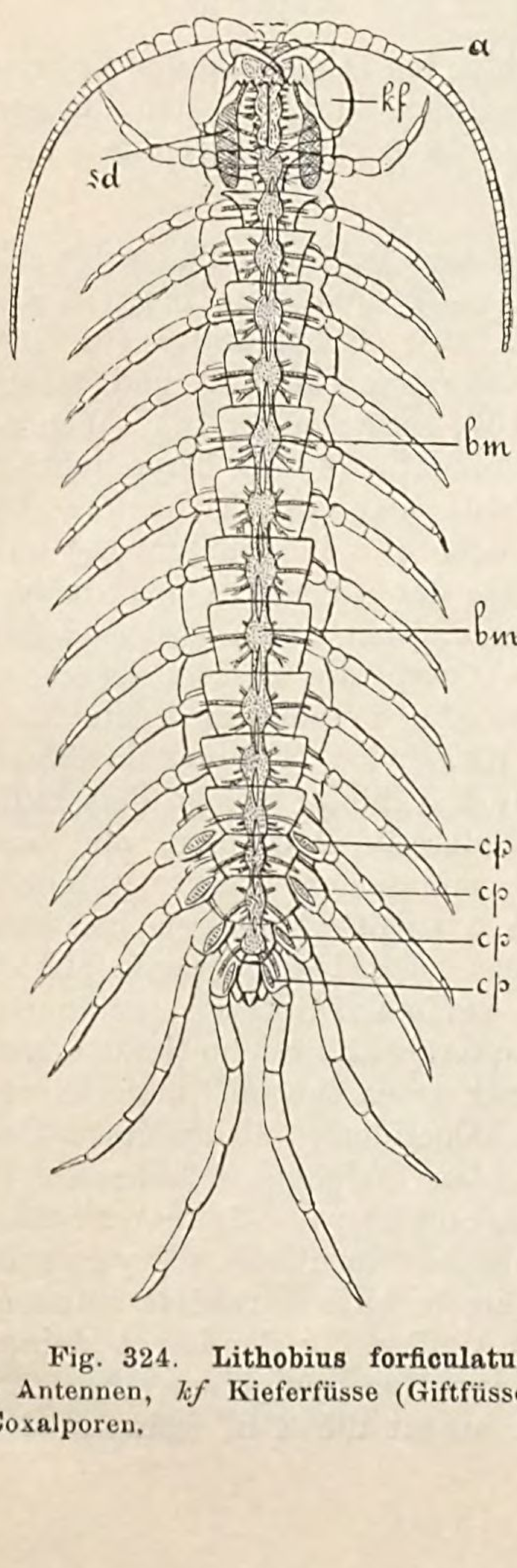


Fig. 324. **Lithobius forficulatus**, von der Bauchseite gesehen (nach R. Leuckart). *a* Antennen, *kf* Kieferfüsse (Giftfüsse), *sd* Speicheldrüsen, *bm* Bauchmark, *cp* Hüft- oder Coxalporen.

Fälle finden sich bei Dipteren und Rhynchoten. Wenn auch im Allgemeinen die Larven ein weniger concentrirtes Nervensystem besitzen als die erwachsenen Thiere (Imagines), so dass man die fortschreitende Concentration oft ontogenetisch bei einer und derselben Thierart verfolgen kann, so ist das doch nicht immer, ja bisweilen ist sogar scheinbar das Gegentheil der Fall. Die interessanten Beziehungen zwischen dem Nervensystem der Larven und demjenigen der Imagines sollen nachher noch berührt werden.

Aus den Ganglien des Rumpfbauchmarkes entspringen die Nerven für Haut, Musculatur und Drüsen des Rumpfes (Thorax+Abdomen) und seiner Gliedmaassen. Die beiden Ganglien eines Doppelganglions sind immer dicht aneinandergelagert und machen den Eindruck eines einzigen, aus zwei symmetrischen Hälften bestehenden Knotens; doch bleiben die die aufeinanderfolgenden Ganglien verbindenden Längscommissuren sehr oft getrennt. Ein sympathisches Nervensystem scheint bei allen Antennaten vorhanden zu sein.

Myriapoda (Fig. 324).

In jedem Rumpfsegment findet sich ein Ganglion. Die Ganglien sind meist durch deutlich getrennte Längscommissuren verbunden. Nur bei den Pauropoden und Symphylen stellt das Bauchmark einen medianen, mit, den Ganglien entsprechenden, aufeinanderfolgenden Anschwellungen versehenen Strang dar, an welchem die Längscommissuren nicht gesondert sind.

Gewöhnlich bilden die 2 vordersten Rumpfganglien oder nur das vorderste Rumpfganglion (Symphyla) mit dem unteren Schlundganglion eine Masse, an der sich aber die ursprüngliche Zusammensetzung meist noch bei genauerer Untersuchung erkennen lässt. Dem gliedmaassenlosen Analsegment fehlt ein gesondertes Ganglion, wie denn auch bisweilen die 2 oder 3 Ganglien der vorhergehenden Segmente verschmolzen sind.

Die Doppelsegmente der Diplopoden besitzen je 2 Ganglien.

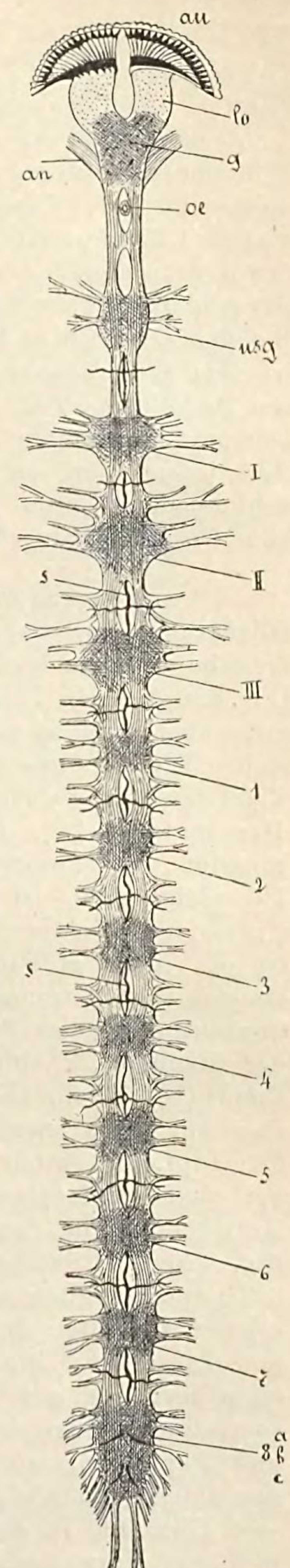


Fig. 325. **Centralnervensystem von Machilis maritima** (nach OUDEMANS). *au* Auge, *lo* Lobus opticus, *g* Gehirn, *an* Antennennerv, *oe* Oesophagus, zwischen den Schlundcommissuren hindurchtretend, *usg* unteres Schlundganglion, *I—III* Thoracalganglien, 1—8 Abdominalganglien, das letzte 8 *a b c* aus drei verschmolzenen Ganglien bestehend, *s* sympathisches Nervensystem des Bauchmarks.

Hexapoda.

Apterygota. Schon diese Abtheilung eignet sich sehr gut zur Demonstration nicht concentrirter und concentrirter Nervensysteme. Die Thysanuren besitzen ein nicht concentrirtes Nervensystem, bestehend aus Gehirn, Schlundcommissuren, unterem Schlundganglion, 3 Ganglien der 3 Thoracalsegmente und 8 (bei Campodea 7) Ganglien des Abdomens (Fig. 325). Der feinere Bau des letzten grössten Abdominalganglions und die Zahl der von ihm abgehenden Nerven ergiebt, dass es aus 3 verschmolzenen Ganglien besteht. Die Zahl der Abdominalganglien wäre demnach, der Zahl der Segmente entsprechend, 10. Bei den Collembola ist die Segmentzahl des Abdomens reducirt, und es ist dem entsprechend, wie es scheint, nur ein Abdominalganglion vorhanden. Bei Sminthurus soll auch nur ein Thoracalganglion vorhanden sein. Die beiden Längscommissuren bleiben bei den Thysanuren deutlich getrennt. Von jedem Ganglion gehen jederseits 2 Nerven und ebensoviele von den Schlundcommissuren ab. Vor dem unteren Schlundganglion und hinter dem Oesophagus verbindet eine Quercommissur die Schlundcommissuren.

Pterygota. Das Nervensystem der geflügelten Insekten bietet in seiner Gliederung eine wahrhaft erstaunliche Mannigfaltigkeit. Es wäre unnütz, dieselbe im Einzelnen zu verfolgen. Lehrreich sind besonders die Dipteren (Fig. 326 A — D). In keiner natürlichen Insektenordnung sind die Extreme so gross, aber durch so zahlreiche Zwischenstufen vermittelt. Am Anfang der Reihe stehen Dipteren aus der Unterordnung der Nemocera (Culicidae, Culiciformes, Tipulidae, Fungicolae, Beispiel Chironomus) mit sehr wenig concentrirtem Nervensystem (A). Das Bauchmark besteht hier aus dem unteren Schlundganglion, 3 Thoracalganglien und 5—6 Abdominalganglien. Das letzte Thoracalganglion ist nicht ein einfaches Ganglion, sondern es ist mit ihm mindestens ein vorderstes Abdominalganglion verschmolzen. Ebensowenig ist das letzte grösste Abdominalganglion einfach; es besteht vielmehr aus einigen (bei Chironomus wahrscheinlich 2) verschmolzenen Ganglien. Die Concentration des Nervensystems beginnt bei Dipteren in den Familien der Empiden, Asiliden, Thereciden, Xylophagiden, Bibionidae (Beispiel Empis (B), wo die beiden vorderen Brustknoten miteinander verschmelzen, so dass nur noch zwei Thoracalganglien vorhanden sind. (Im Gegensatz zu den Dipteren besteht bei anderen Insekten mit nur 2 Brustknoten, z. B. bei vielen Coleopteren, Lepidopteren und Hymenopteren, der hintere Brustknoten aus den verschmolzenen beiden hinteren Thoracalganglien.) Fig. 326 C (Tabanus) führt uns ein Nervensystem vor, an welchem alle 3 Thoracalganglien zu einem einzigen Brustknoten verschmolzen sind. Ein solches Verhalten findet sich in den Familien der Syrphiden, Stratyomiden und Tabaniden. Die Abdominalganglien zeigen eine Tendenz, sich einander zu nähern und miteinander zu verschmelzen. Den höchsten Grad der Concentration endlich zeigt das Dipterennervensystem bei Musciden, Oestriden und Pupiparen, wo sämmtliche Ganglien des Bauchmarks, mit Ausnahme des unteren Schlundganglions, zu einem grossen Brustknoten verschmolzen sind (Fig. 326 D, Sarcophaga). Von diesem Brustknoten verläuft dann ein medianer Nerv nach hinten bis gegen das Ende des Abdomens und giebt in regelmässigen Abständen Nerven an die Abdominalsegmente ab.

Eine ähnliche Reihe, wie bei den Dipteren, liesse sich auch bei Coleopteren aufstellen, doch geht hier die Concentration sehr selten so weit, wie bei den Dipteren, indem zwar (bei Lamellicorniern) Abdominalganglien fehlen können, aber doch immer 2 Thoracalknoten gesondert bleiben. Ueberall

bei den Insekten, wo gesonderte Abdominalganglien fehlen, sind dieselben mit dem hintersten Brustganglion verschmolzen, von dem die Abdominalnerven dann oft, ähnlich der Cauda equina bei Vertebraten, nach hinten ausstrahlen. Diese Abdominalnerven können aber auch jederseits zu einem abdominalen Längsbündel vereinigt, oder beide Längsbündel zu einem medianen abdominalen Strang verschmolzen sein.

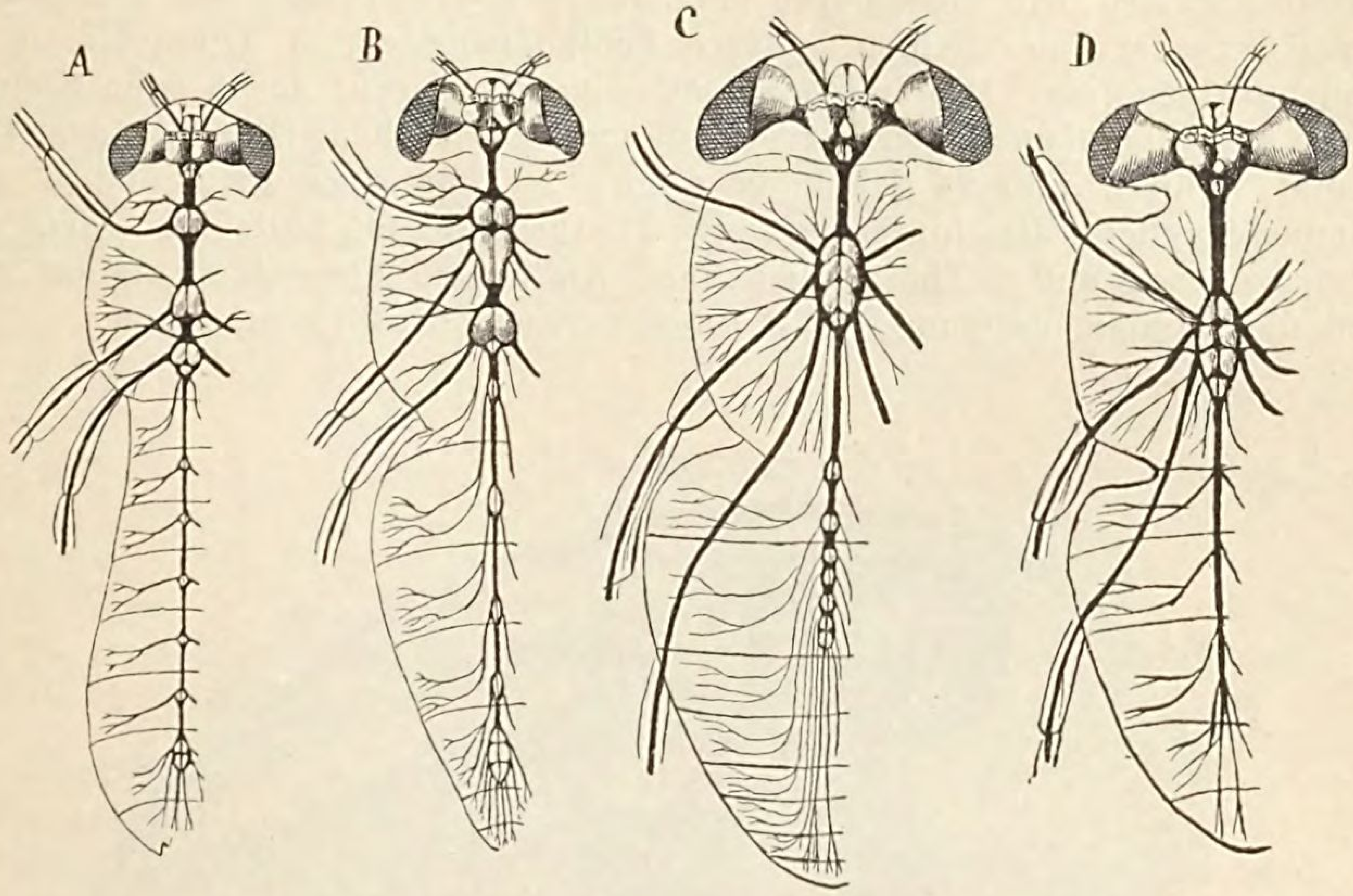


Fig. 326. *A—D* **Das Nervensystem von 4 Dipterenarten**, zur Demonstration des verschiedenen Grades der Concentration desselben. *A* Nicht concentrirtes Nervensystem von **Chironomus plumosus**, mit 3 Thoracal- und 6 Abdominalknoten. *B* Nervensystem von **Empis stercorea**, mit 2 Thoracal- und 5 Abdominalknoten. *C* Nervensystem von **Tabanus bovinus**, mit einem Brustknoten und nahe aneinandergerückten Abdominalganglien. *D* Nervensystem von **Sarcophaga carnaria.** Alle Ganglien des Bauchmarks, mit Ausnahme des überall getrennt bleibenden unteren Schlundganglions, sind hier zu einer einzigen Brustganglienmasse vereinigt. (Nach E. Brandt.)

Ein stark concentrirtes Nervensystem besitzen die Rhynchoten, die Mallophagen unter den Corrodentia und die Thysanoptera. Bei manchen Rhynchoten können sämmtliche Bauchganglien, das untere Schlundganglion nicht ausgenommen, zu einer Ganglienmasse verschmelzen, wie dies bei den Cocciden und in etwas geringerem Maasse auch bei den Aphiden der Fall ist. Alle übrigen Insekten besitzen ein nicht oder nur wenig concentrirtes Nervensystem mit gesondertem unteren Schlundganglion, mindestens 2 Brustknoten und mehreren (höchstens 8), selten nur einem Abdominalknoten.

Die volle Zahl der Abdominalganglien findet sich bei keiner Larve und bei keinem erwachsenen Insekt. Doch sind bei Insekten e m b r y o n e n die A n l a g e n voller 10 Abdominalganglien beobachtet.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass die Gliederung des Nervensystems ebensowenig wie der Bau irgend eines anderen Organsystems für sich allein als Criterium für die natürliche Eintheilung der Insekten gebraucht werden kann. Es ist dieselbe höchstens für die Umgrenzung von Unterabtheilungen innerhalb einer jeden Ordnung verwerthbar.

Das Verhalten des Nervensystems der Larve zu dem des erwachsenen Insektes (Imago).

1) Wo das imaginale Nervensystem nicht concentrirt ist, ist das Nervensystem meist auch bei der Larve nicht concentrirt. Damit ist ein ursprüngliches Verhalten gegeben.

2) Wo einzelne Ganglien bei der Imago verschmolzen sind, sind dieselben bei der Larve häufig getrennt. Eine Illustration für dieses Verhalten bietet die Honigbiene. Die Bienenlarve (Fig. 322, pag. 476) besitzt das voll gegliederte Nervensystem: Gehirn, unteres Schlundganglion, 3 Thoracal- und 8 Abdominalganglien. Das letzte Abdominalganglion geht aus 3 beim Embryo getrennten Ganglienanlagen hervor. Die erwachsene Biene (Fig. 321, pag. 475) besitzt Gehirn, unteres Schlundganglion, 2 Thoracalganglien und 4 Abdominalganglien. Das hintere grössere Thoracalganglion besteht aus dem verschmolzenen 2. und 3. Thoracalganglion. Am letzten Abdominalganglion lässt sich die Zusammensetzung aus 3 Ganglien noch deutlich erkennen.

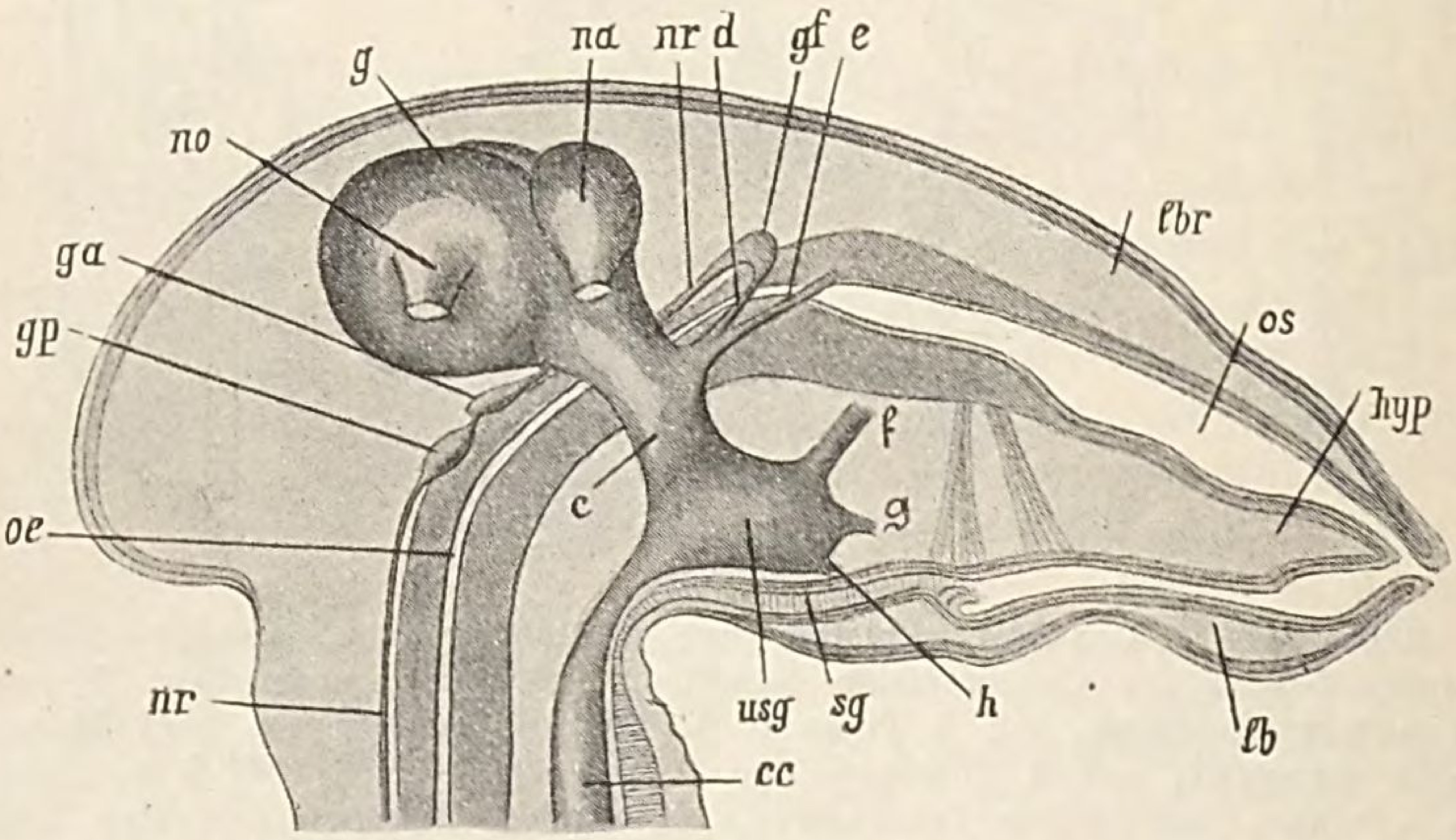


Fig. 327. **Medianer Längsschnitt durch den Kopf von Blatta orientalis.** Das Nervensystem des Kopfes ist körperlich eingezeichnet. *hyp* Hypopharynx, *os* Mundhöhle, *lbr* Oberlippe, *gf* Ganglion frontale, *g* Gehirn, *na* Wurzel des Antennennerven, *no* Wurzel des Augennerven, *ga* vorderes, *gp* hinteres Ganglion des paarigen Eingeweidenervensystems, *oe* Oesophagus, *c* Schlundcommissur, *usg* unteres Schlundganglion, *cc* Längscommissur zwischen diesem und dem 1. Thoracalganglion, *sg* gemeinsamer Ausführungsgang der Speicheldrüsen, *lb* Unterlippe = 2. Maxillenpaar, *nr* Nervus recurrens, *d* Verbindungsnerv des Frontalganglions mit der Schlundcommissur, *e* Nerv von dieser Commissur zur Oberlippe, *f* Nerv vom untern Schlundganglion zur Mandibel, *g* zur vordern Maxille, *h* zur Unterlippe. (Nach Bruno Hofer.)

3) Wo das Nervensystem bei der Imago stark concentrirt ist, ist dasselbe sehr häufig (Beispiel Musciden) auch bei der Larve sehr stark concentrirt und zugleich wenig differenzirt. Es handelt sich hier um Zurückverlegung von Imaginalcharakteren auf die Larve.

4) Selten ist das Nervensystem bei der Larve stark concentrirt und bei der Imago nicht concentrirt. Beispiel Myrmeleon. Es handelt sich hier um eine Anpassung an die kurze, gedrungene Körpergestalt der Larve.

5) In vielen Fällen, wo bei der Larve ein scheinbar concentrirtes Bauchmark vorhanden ist, verhält sich die Sache so, dass die Ganglien desselben zwar distinkt sind, aber sehr nahe aneinander liegen. Indem

sie sich bei der Imago von einander entfernen und die Längscommissuren deutlich werden, kommt ein nicht oder weniger concentrirtes imaginales Nervensystem zu Stande.

Das sympathische Nervensystem dürfte bei allen Antennaten vorhanden sein. Es besteht aus einem unpaaren und einem paarigen System. Bei Blatta, deren Eingeweide-Nervensystem (Fig. 327 u. 328) am genauesten untersucht ist, zeigt der unpaare Theil folgende Anordnung. Vor dem Gehirn liegt auf dem Oesophagus ein unpaares Ganglion frontale *gf*, welches Nerven an die Oberlippe und den Oesophagus abgiebt. Es steht jederseits durch einen Nerven mit der Schlundcommissur in Verbindung, von welcher ausserdem noch jederseits ein Nerv zum Oesophagus und zur Oberlippe abgeht. Vom Ganglion frontrale verläuft ein unpaarer medianer Nerv, der Nervus recurrens *nr*, unter dem Gehirn weg an der dorsalen Wand des Oesophagus nach hinten, um vor dem Kaumagen in ein unpaares Magenganglion einzutreten. Aus diesem letztern entspringt ein seitliches Nervenpaar, in dessen Verlauf 2 kleine Ganglien eingeschaltet sind.

Das paarige Eingeweidenervensystem besteht aus 2 dem Oesophagus aufliegenden Ganglienpaaren *ga* und *gp*, von denen das vordere vom Gehirne bedeckt ist. Sie stehen mit einander, mit dem Nervus recurrens und mit dem Gehirn durch Anastomosen in Verbindung. Der Nervus recurrens und die paarigen Ganglien entsenden Nervenzweige an den Oesophagus und zu den Speicheldrüsen.

Ausserdem können bei Insekten noch sympathische Brust- und Abdominalganglien paarig oder unpaar vorkommen. Es kann auch der paarige Theil des Eingeweidenervensystems fehlen.

Bei Lepidopteren findet sich dicht über dem abdominalen Theil des Bauchmarks ein bindegewebiger Längsstrang, welcher eine Bildung des Neurilemms des Bauchmarks zu sein scheint. Es heften sich an ihn Muskeln an, welche zum benachbarten ventralen Exoskelet laufen. Man hat den Strang, dessen Bedeutung noch nicht genügend aufgeklärt ist, als supra-spinale Chorda bezeichnet. Mit der Wirbelthierchorda hat er nichts zu thun.

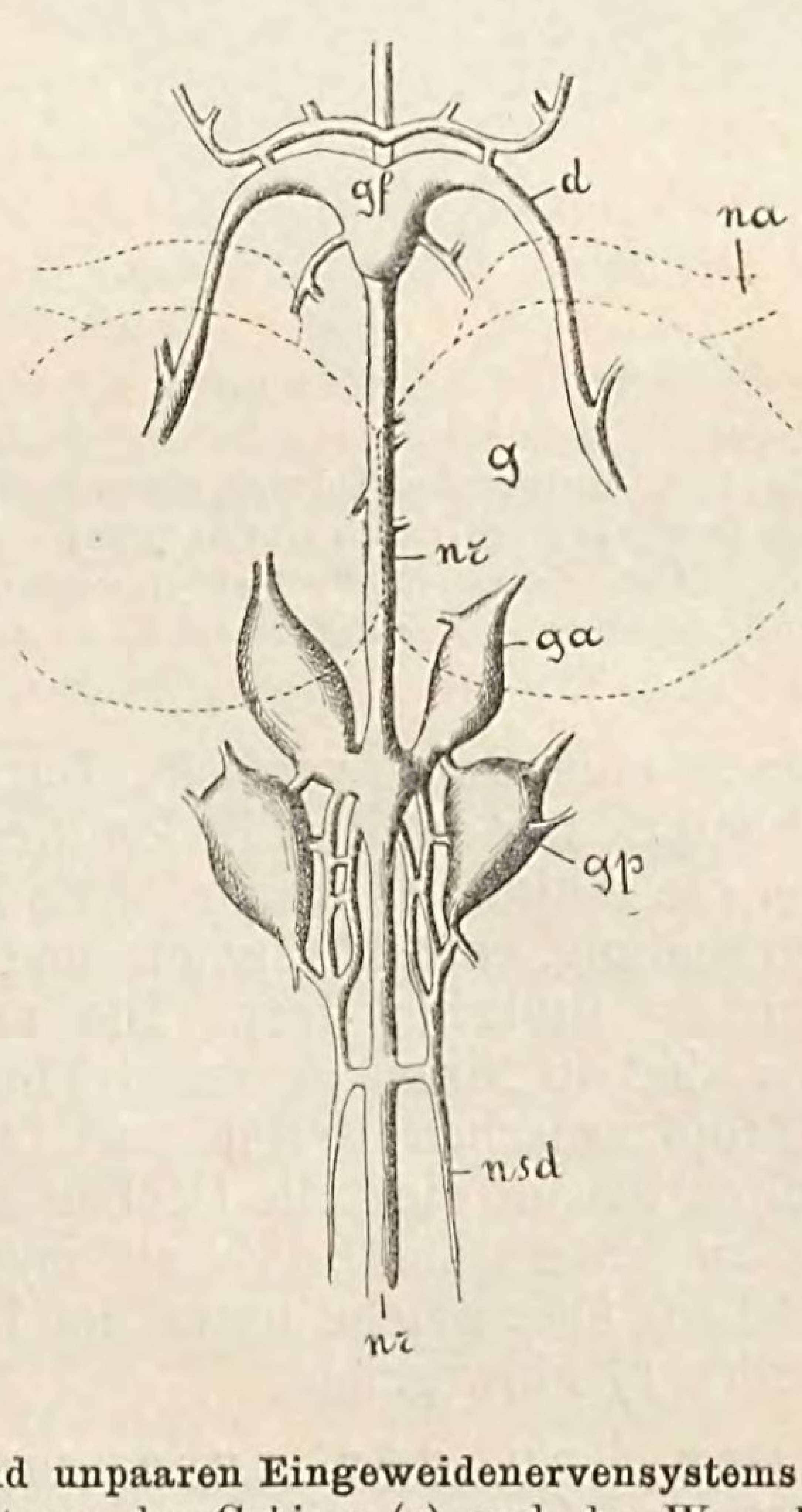


Fig. 328. **Vorderer Theil des paarigen und unpaaren Eingeweidenervensystems von Blatta orientalis,** von oben gesehen. Die Conturen des Gehirns (*g*) und der Wurzel der Antennennerven (*na*), welche einen Theil des sympathischen Nervensystems bedecken, sind durch punktirte Linien angedeutet. Bedeutung der Buchstabenbezeichnungen wie in Fig. 327. *nsd* Speicheldrüsennerven. Der Nervus recurrens (*nr*) würde weiter hinten in ein unpaares Magenganglion eintreten. (Nach Bruno Hofer.)

VI. Sinnesorgane.

A) Augen.

Wir können die einlinsigen Augen oder Ocellen von den viellinsigen oder zusammengesetzten Augen (Facettenaugen) unterscheiden. Die Myriapoden besitzen Ocellen auf der Rückenseite des Kopfes, und zwar gewöhnlich in grösserer Anzahl jederseits in einem Haufen dichtgedrängt zusammenstehend. Nur Scutigera besitzt jederseits ein zusammengesetztes Auge, das aber in mancher Beziehung in seinem Baue von dem zusammengesetzten Auge der Insekten abweicht.

Die meisten Hexapoden haben im erwachsenen Zustande sowohl Ocellen als Facettenaugen. Die kleinen Ocellen liegen dann gewöhnlich in der Dreizahl auf dem Scheitel des Kopfes zwischen den beiden grossen Facettenaugen. Die Larven besitzen nur Ocellen, die häufig in grösserer Zahl auftreten. Selten kommen Ocellen bei erwachsenen Hexapoden allein (ohne Facettenaugen) vor, so bei den Collembola unter den Apterygoten, ferner bei den Läusen (Pediculiden) und Flöhen (Aphaniptera). Ocellen fehlen im erwachsenen Zustande bei den Dermapteren, unter den Orthopteren bei den Locustiden, unter den Rhynchoten bei den Hydrocoren, unter den Lepidopteren bei den Geometrinen und Rhopaloceren, welche also im erwachsenen Zustande nur Facettenaugen besitzen.

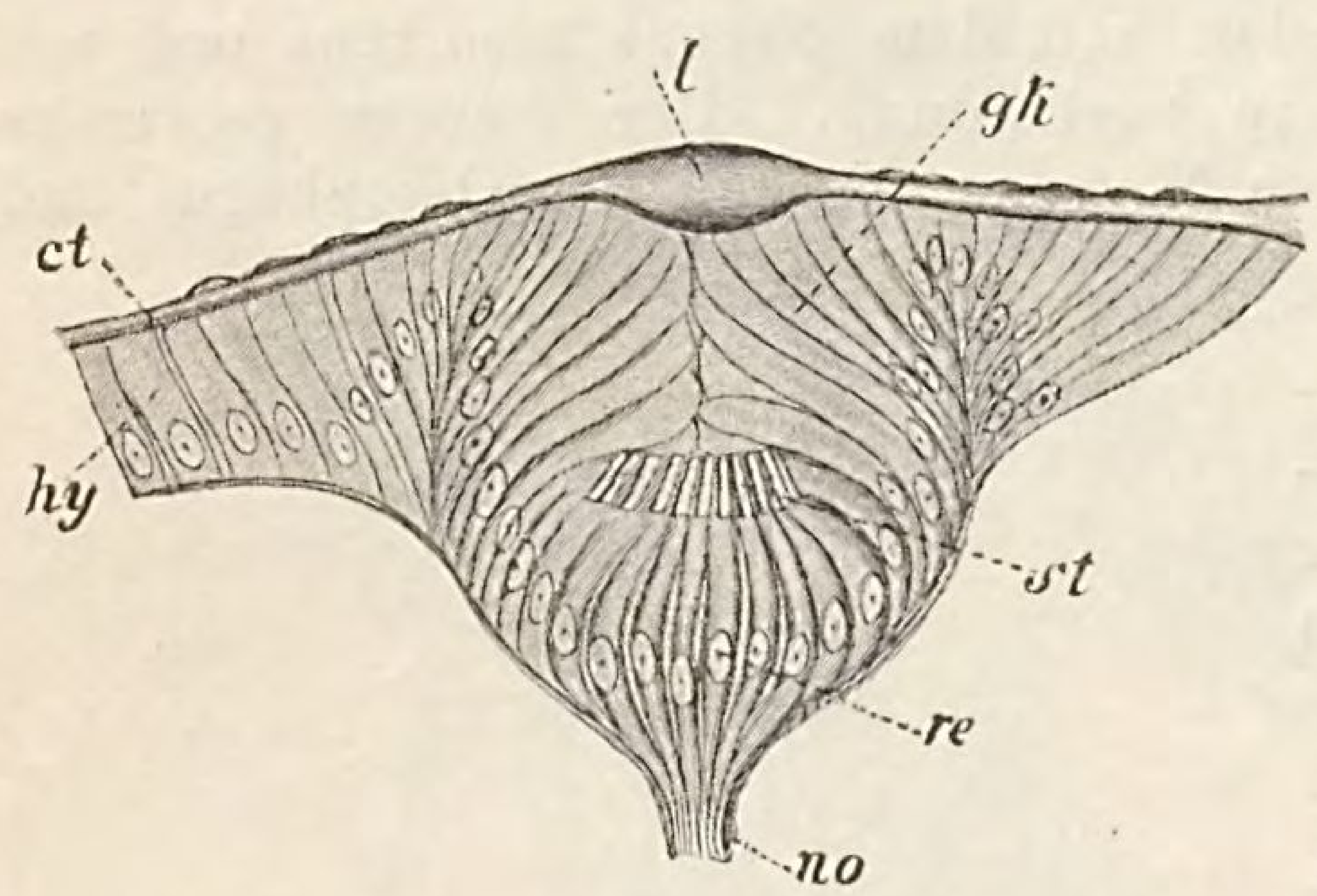


Fig. 329. **Durchschnitt durch einen Ocellus einer jungen Dytiscuslarve** (nach GRENACHER). *ct* Chitincuticula, *l* Cuticularlinse, *gk* Glaskörperzellen, *hy* Hypodermis, *st* Stäbchen, *re* Retinazellen, *no* Augennerv.

Bau der Ocellen. Sehr instructiv sind die einfach gebauten Ocellen der Dytiscuslarven (Fig. 329). Ueber dem Ocellus ist das Chitin zu einer Linse verdickt. Darunter ist die Hypodermis grubenförmig eingesenkt. Die auf dem Boden dieser Grube stehenden Hypodermiszellen bilden die Retina des Auges. Jede Retinazelle steht mit einer Nervenfaser in Verbindung, enthält Pigment und setzt sich nach aussen gegen die Linse zu in ein Stäbchen fort. Die am Rande der Augengrube stehenden Zellen sind in ihrem äusseren Theile pigmentfrei und drängen sich wie ein Propf zwischen Retina und Linse ein, eine Art Glaskörper bildend. Aehnlich gebaut sind die Ocellen anderer Insekten und der Myriapoden, mit dem Unterschied, dass sie meist vollständig abgeschnürte Bläschen darstellen, über welche unter der Linse die Hypodermis (als sogenannter Glaskörper) hinwegzieht.

Der Bau der zusammengesetzten Augen stimmt im Grossen und Ganzen mit dem der zusammengesetzten Krebsaugen überein (vergl. pag. 362—364). Für jedes Einzelauge ist stets eine biconvexe Cornealinse vorhanden. Man unterscheidet eucone und acone Augen, je nachdem die Krystallzellen Krystallkegel bilden (wie bei den

Krebsen) oder nicht. Acone Augen finden sich bei den Coleopteren (excl. Pentameren), bei den Heteropteren, den Tipulariden unter den Dipteren und den Dermapteren. Beim aconen Typus (Beispiel Tipula) ist jede Cornealinse von der benachbarten durch eine stark pigmentirte Zone getrennt. Unter jeder Linse liegt eine kegelförmige, aus 4 Zellen gebildete Krystallzellengruppe, deren (proximale) Spitze zwischen zwei Pigmentzellen eingesenkt ist. An sie schliesst sich die aus 7 Zellen (6 Randzellen und 1 Achsenzelle) gebildete Retinula an. Jede Retinulazelle enthält in ihrem proximalen Theile den Kern, im distalen ein Stäbchen (Rhabdomer). Die Einzelaugen sind von einander durch Pigmentzellen getrennt.

Die Augenganglien (Ganglion opticum und Retinaganglion) zeigen bei den Insekten eine sehr complicirte Anordnung ihrer Elemente.

Der Ocellus und das Facettenauge. Es fehlt nicht an Versuchen, diese beiden Augenformen auf einander zurückzuführen. Nach derjenigen Ansicht, die am meisten Anklang gefunden hat, müsste man beide Augenformen von einem Urauge ableiten, welches dem Einzelauge (Ommatidium) des aconen Auges von Tipula ähnlich war. Eine Vermehrung der Elemente dieses Urauges führte zur Bildung des Ocellus, eine Vermehrung der Zahl der Uraugen und nahe Aneinanderlagerung derselben führte zur Bildung des zusammengesetzten Facettenauges. Für eine solche Entstehungsweise des Facettenauges sind die Gruppen dicht stehender Einzelaugen der Myriapoden und das zusammengesetzte Auge von Scutigera als Paradigmata angeführt worden. Doch lassen sich mehrere Thatsachen aus der Ontogenie der Augen und ganz besonders das Verhalten der Mittelaugen des Scorpions mit dieser Ansicht schwer in Einklang bringen. Ein solches Scorpionsauge besitzt nämlich einerseits nur eine Linse, während anderseits doch die Retinaelemente zu Retinulae gruppirt sind.

In der ganzen Frage nach dem feineren Bau und der morphologischen Bedeutung der Arthropodenaugen ist das letzte Wort wohl noch nicht gesprochen, und es muss hier kurz auf eine ganz neue Auffassung hauptsächlich des Facettenauges hingewiesen werden. Nach dieser Auffassung besteht das zusammengesetzte Auge aus 2 Schichten, erstens einer die einzelnen Cornealinsen abscheidenden Hypodermisschicht und zweitens der darunter liegenden Schicht der Einzelaugen. Diese Schicht soll aus einer einzigen Lage bestehen, indem die als Krystallzellen, Retinulazellen, Pigmentzellen bezeichneten Elemente der Einzelaugen mit feinen Fortsätzen die ganze Dicke der Schicht durchsetzen (Fig. 330 A). Die Rhabdome und die sie bildenden Rhabdomeren sind nicht Ausscheidungsprodukte der Retinula, sondern gehören, wie die Krystallkegel, zu den Krystallkegelzellen, die als Retinophorae bezeichnet werden. Die Krystallkegel sind die eigentlichen lichtempfindlichen Elemente. Die Retinophoren sind von Pigmentzellen umgeben. Ein proximaler (innerer) Kranz dieser Zellen entspricht den sogenannten Retinulae, doch setzen sich auch diese Zellen durch feine Fortsätze nach aussen bis zur Hypodermis fort. Figur 330 A illustrirt diese Auffassung. Die Schicht der Einzelaugen soll der hinteren Wand einer Augenblase entsprechen, welche sich als Ectodermgrube anlegt und später abschnürt. Das ganze zusammengesetzte Auge wäre demnach ein modificirter und differenzirter Ocellus, an welchem die Epithelzellen der hinteren, proximalen Wand der Augengrube sich zu Retinophorae und Pigmentzellen differenziren und zu Ommatiden gruppiren (wie im Mittelauge

des Scorpions), und an welchen die über die Augenblase hinwegziehende Hypodermis, anstatt nur eine Cuticularlinse zu bilden, zahlreiche solche Linsen erzeugt, welche als Corneafacetten der Zahl und Lage nach den Ommatidien entsprechen. Die Ocellen selbst wieder lassen sich mit ähnlich gebauten (als Ectodermeinstülpungen entstehenden) Sehwerkzeugen von Anneliden und Mollusken vergleichen.

Fig. 330.

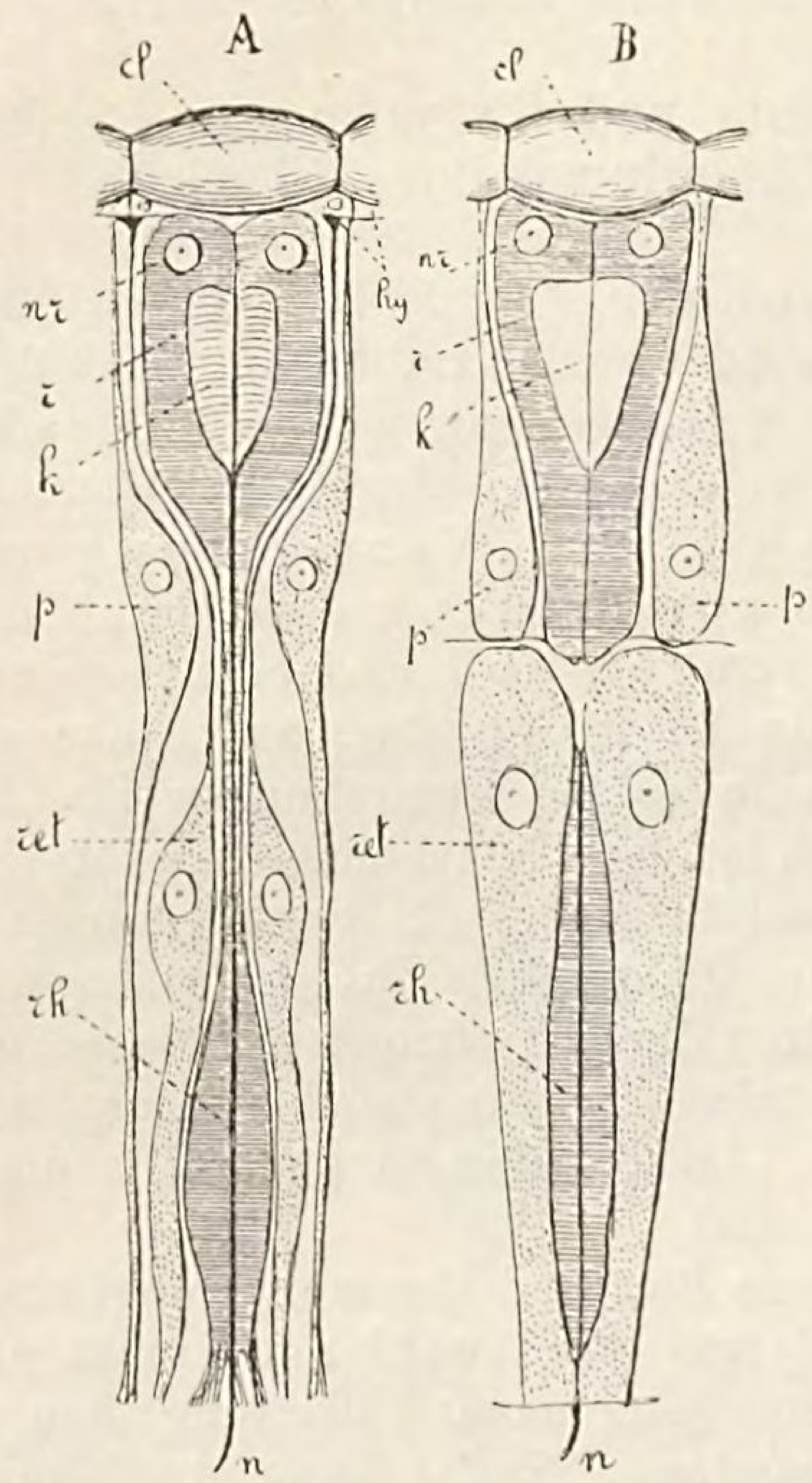


Fig. 331.

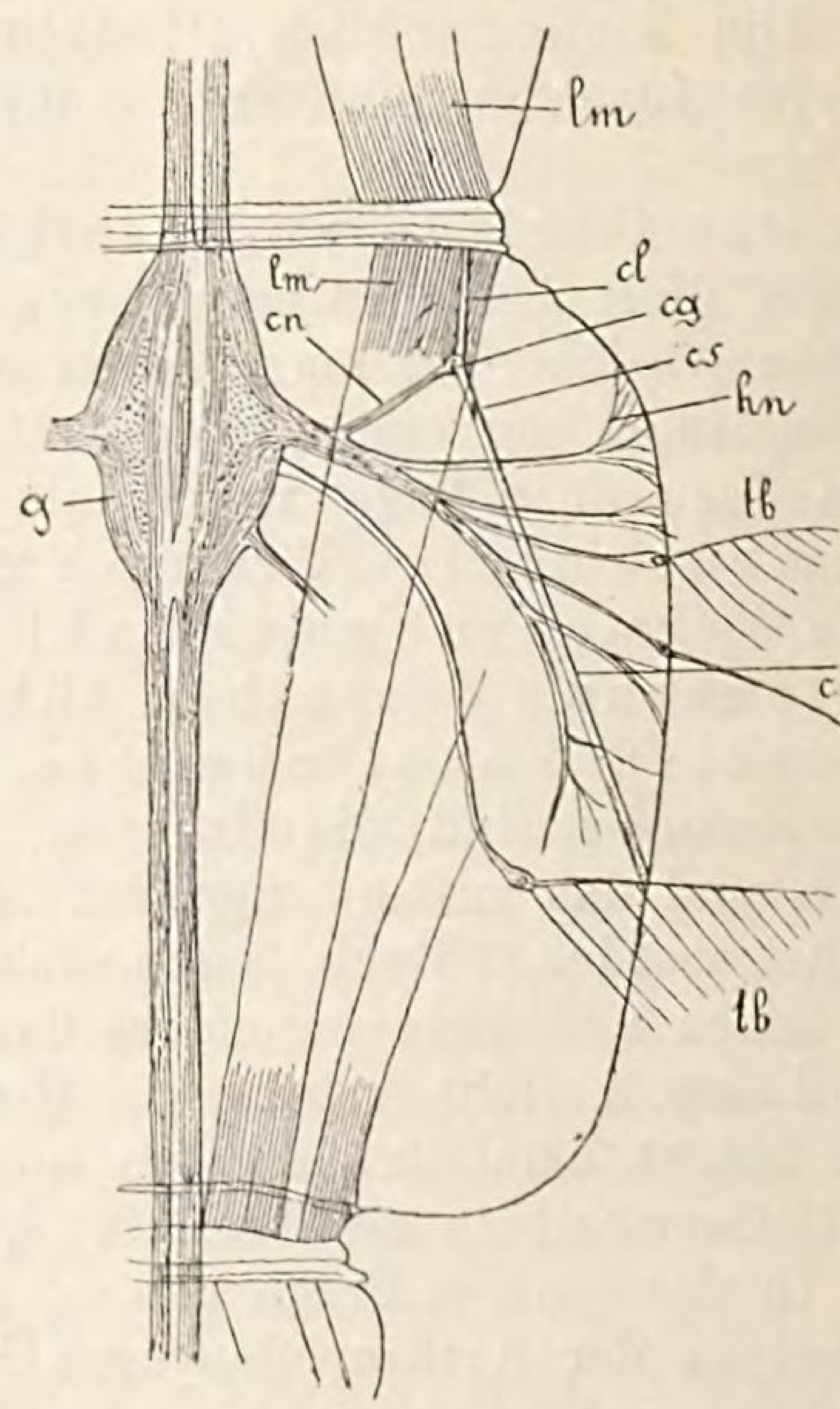


Fig. 330. **Der Bau eines Ommatidiums (Einzelauge)** des Facettenauges: *A* nach der Ansicht von PATTEN, *B* nach der Ansicht von GRENACHER. *cl* Cuticulare Cornealinse, *hy* Hypodermiszellen der Cornealinsen, *r* Retinophorae = Krystallzellen, *nr* Kerne derselben, *k* Krystallkegel, *p* Pigmentzellen, *ret* Retinulae, *rh* Rhabdom, *n* Nerv. Nach PATTEN (*A*) wäre das Ommatidium, abgesehen von der Corneahypodermis, einschichtig, indem alle Elemente desselben vermittelst dünner Fortsätze die ganze Länge desselben von der Basis bis zur Cornealinse durchziehen; nach GRENACHER wäre das Ommatidium, abgesehen von der Cornea, zweischichtig.

Fig. 331. **Rechte Hälfte des 8. Rumpfsegmentes einer ältern Larve von Corethra plumicornis; Nervensystem und Sinnesorgane** (nach V. GRABER). *g* Ganglion des Bauchmarks, *lm* Längsmuskeln, *cn* Chordotonalnerv, *cl* Chordotonalligament, *cg* Chordotonalganglion, *cs* Stifte des Chordotonalorganes, *cst* Chordotonalendstrang, *tb* Tastborsten, *hn* ausfasernde Hautnerven.

Wenn sich diese neue Auffassung des Facettenauges als richtig erweisen sollte, wenn die sogenannten Krystallkegel wirklich keine lichtbrechenden Organe sind, sondern die eigentlichen lichtempfindenden Endapparate des Sehnerven darstellen, so wäre dies für die Theorie des Sehens des Facettenauges von weittragender Bedeutung.

B) Gehörorgane.

Bei den Insekten kommen in den verschiedensten Körpertheilen eigenthümliche, offenbar sensible Nervenendigungen vor, die folgendermaassen gebaut sind. Eine periphere Nervenfaser tritt in eine Ganglienzelle ein, welche sich ihrerseits durch einen schlanken, gestreckten und gespannten Schlauch mit der Haut verbindet. Aus der Ganglienzelle tritt ein Achsenfaden in den Schlauch ein, um in diesem mit einem Endstift zu endigen. Der den Stift bergende Schlauch wird als Scolopophor bezeichnet und der Theil desselben, der sich an das Integument ansetzt, als Endschlauch. Selten kommt ein Scolopophor mit der dazu gehörigen Ganglienzelle allein vor, meist finden sich Scolopophoren in gösserer oder

Fig. 332.

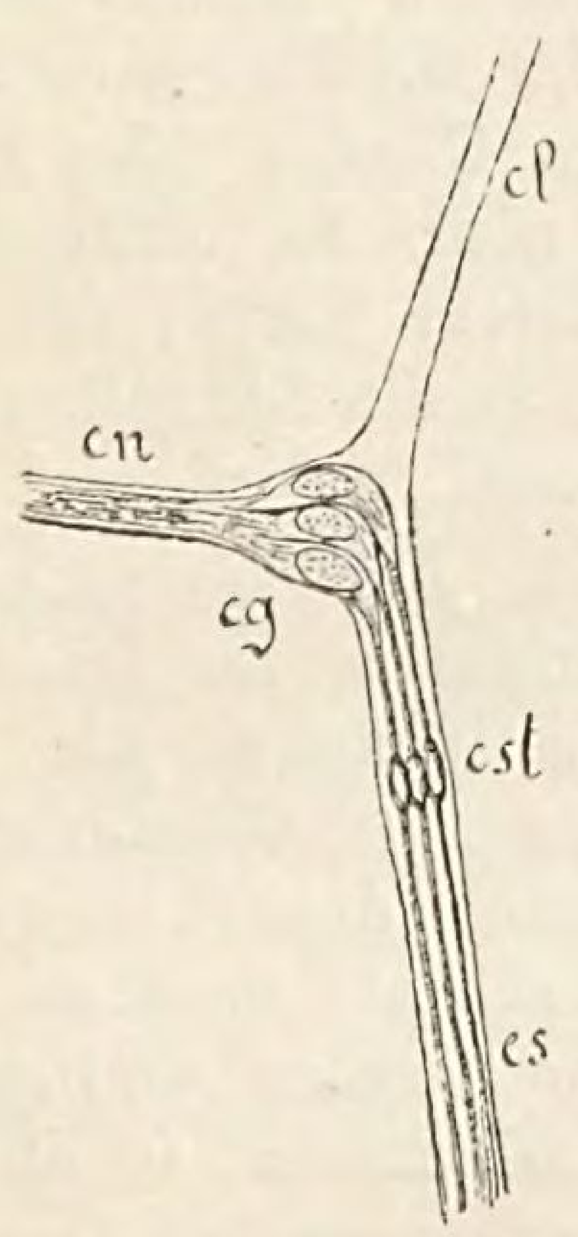


Fig. 333.

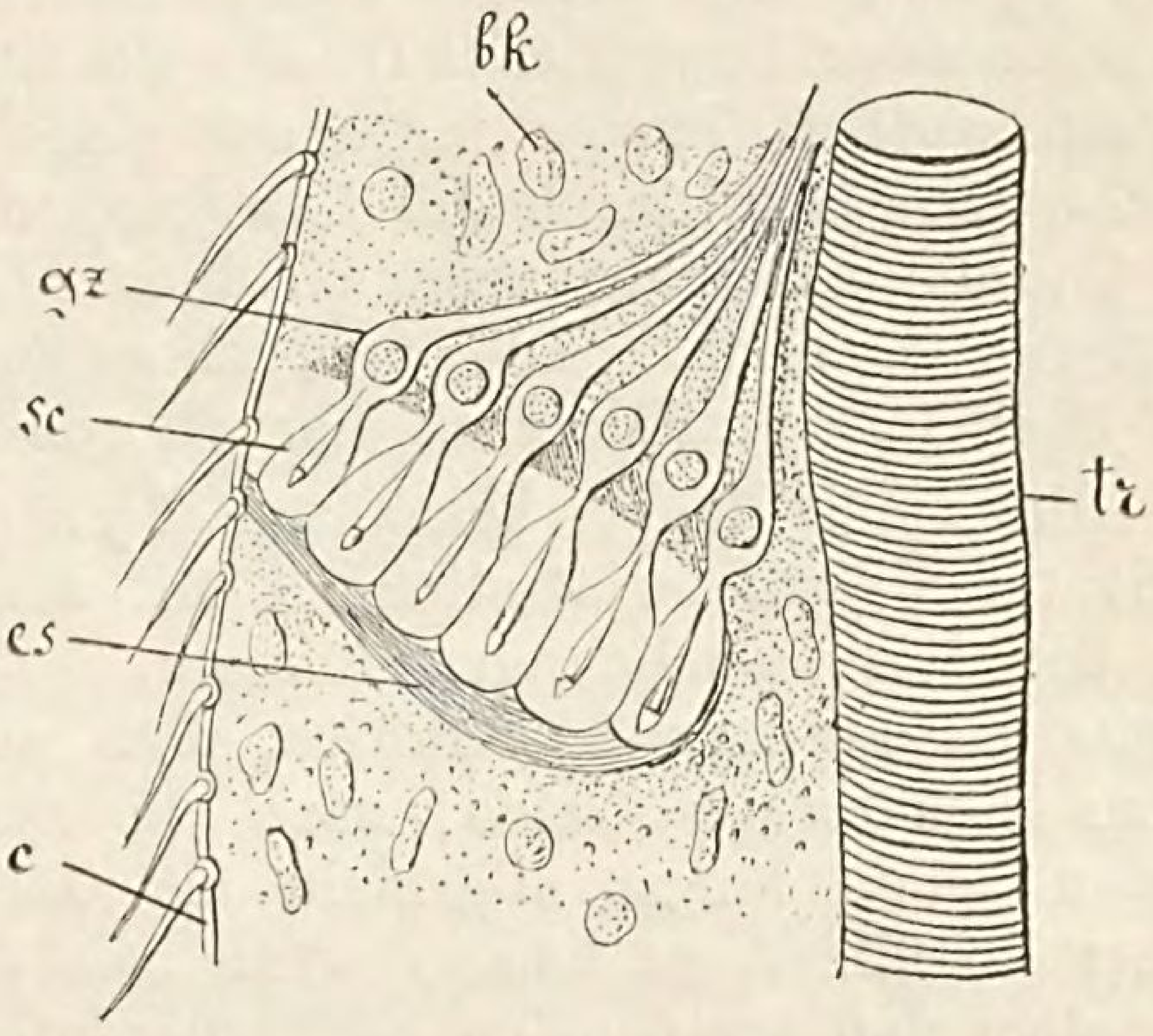


Fig. 332. Das **Chordotonalorgan** der Fig. 331, stärker vergrössert. *cl* Chordotonalligament, *cn* Chordotonalnerv, *cg* Chordotonalganglion, *cst* Chordotonalstifte, *es* Endschlauch.

Fig. 333. Sogenanntes **subgenuales Chordotonalorgan in der Tibia des Mittelbeines von Isopteryx apicalis** (Perlide) (nach V. GRABER). *tr* Trachee, *bk* Blutkörperchen, *gz* Nervenzellen, *sc* Scolopophoren mit ihren Stiften, *es* Endfaserstrang, sich an die Haut (*c*) ansetzend.

geringerer Zahl vereinigt (Fig. 331, 332 u. 333). Sind wenige Scolopophoren vorhanden, so sind die Endschläuche zu einem Bündel zusammengepackt, finden sich viele solcher Scolopophoren, so verlaufen die Endschläuche meist isolirt, entweder unregelmässig oder fächerförmig oder strahlenförmig u. s. w. an das Integument. — Diese eigenthümlichen Sinnesorgane werden als Chordotonalorgane bezeichnet und als Gehörorgane gedeutet. Ein Chordotonalorgan kann einfach in direkter Verlängerung seines Nerven sich mit der Haut in Verbindung setzen oder es kann dasselbe rechtwinklig gegen den Nerven geknickt sein und dem Integument parallel verlaufen (Fig. 331). In diesem letzteren Falle, welcher da vorkommt, wo die Endschläuche des Chordotonalorganes zu einem Schlauche vereinigt sind, steht die geknickte Stelle durch einen zweiten Schlauch, das sogenannte Chordotonalligament, mit dem Integumente in Verbindung. Das Chordotonalorgan bildet dann mit dem Chordotonalligament zusammen eine zwischen zwei Hautstellen eines und desselben Segmentes ausgespannte Saite, an welche an einer Stelle, unter Bildung der End-

ganglienzellen, der Nerv herantritt. Geräth das Hautskelet in Schallschwingungen, so schwingt die Chordotonalsaite und der in ihr befindliche Apparat von Nervenendstiften mit, und es kann eine Schallempfindung zu Stande kommen.

Chordotonalapparate, die in ihrem Baue sehr zahlreiche Variationen darbieten, kommen in allen Ordnungen der geflügelten Insekten vor und finden sich in den verschiedensten Körpertheilen, im Stamm, in den Beinen, in den Flügeln, in den Mundtheilen und Antennen. Bei einem und demselben Thier können sie in verschiedenen Körpertheilen und in verschiedener Form auftreten.

In den Flügeln, besonders aber in den Halteren oder Schwingkölbchen der Dipteren (winzige, umgewandelte Hinterflügel) stehen sie mit eigenthümlichen Poren- und Papillenfeldern des Hautskeletes in Verbindung. Immer sind die Chordotonalorgane oberflächlich gelagert. Ein Chordotonalorgan spannt sich ferner nie zwischen zwei Hautstellen benachbarter, gegen einander beweglicher Glieder des Stammes oder der Gliedmaassen aus, sondern verläuft immer innerhalb eines und desselben Gliedes oder Segmentes, wird also durch die Bewegungen der Thiere nicht beeinträchtigt. Die Chordotonalnerven stammen immer aus dem zu ihrem Körpersegment gehörigen Ganglion. Die Beobachtungen über chordotonale Sinnesorgane sind bis jetzt vorzüglich an Larven von Insekten angestellt worden.

Die schon lange bekannten Tympanalorgane der springenden Orthopteren (Saltatoria) stimmen mit den Chordotonalorganen im feineren Bau der Nervenendigungen überein. Diese Uebereinstimmung war es, welche zu der Annahme führte, dass auch die sogenannten Chordotonalorgane Gehörorgane seien, denn die tympanalen Organe der Saltatorien werden schon längst allgemein als Gehörorgane betrachtet, obschon die Thiere fortfahren zu hören, wenn man die betreffenden Organe exstirpirt. Da neben den tympanalen auch chordotonale Organe vorkommen, so dürfte diese Thatsache für die akustische Leistung der zuletzt genannten Organe sprechen.

Fig. 334.

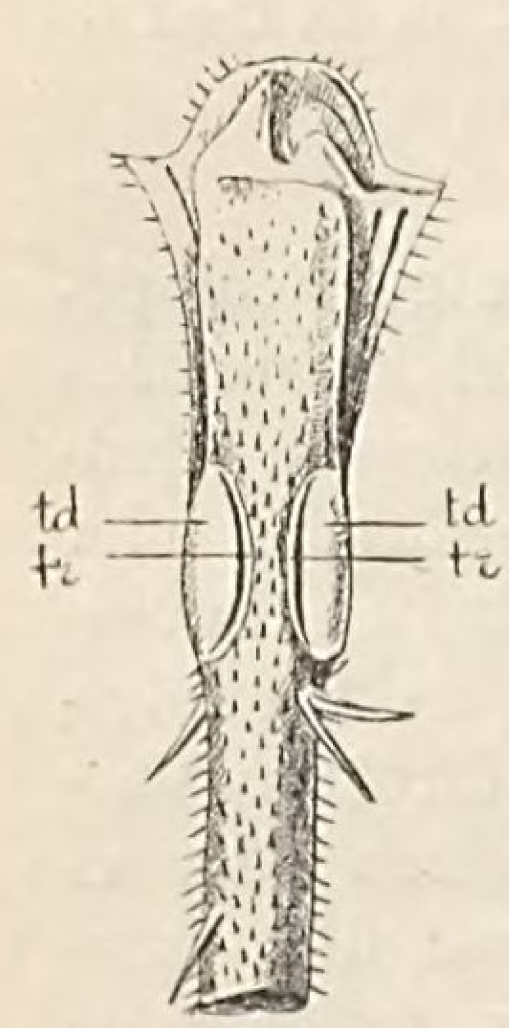


Fig. 335.

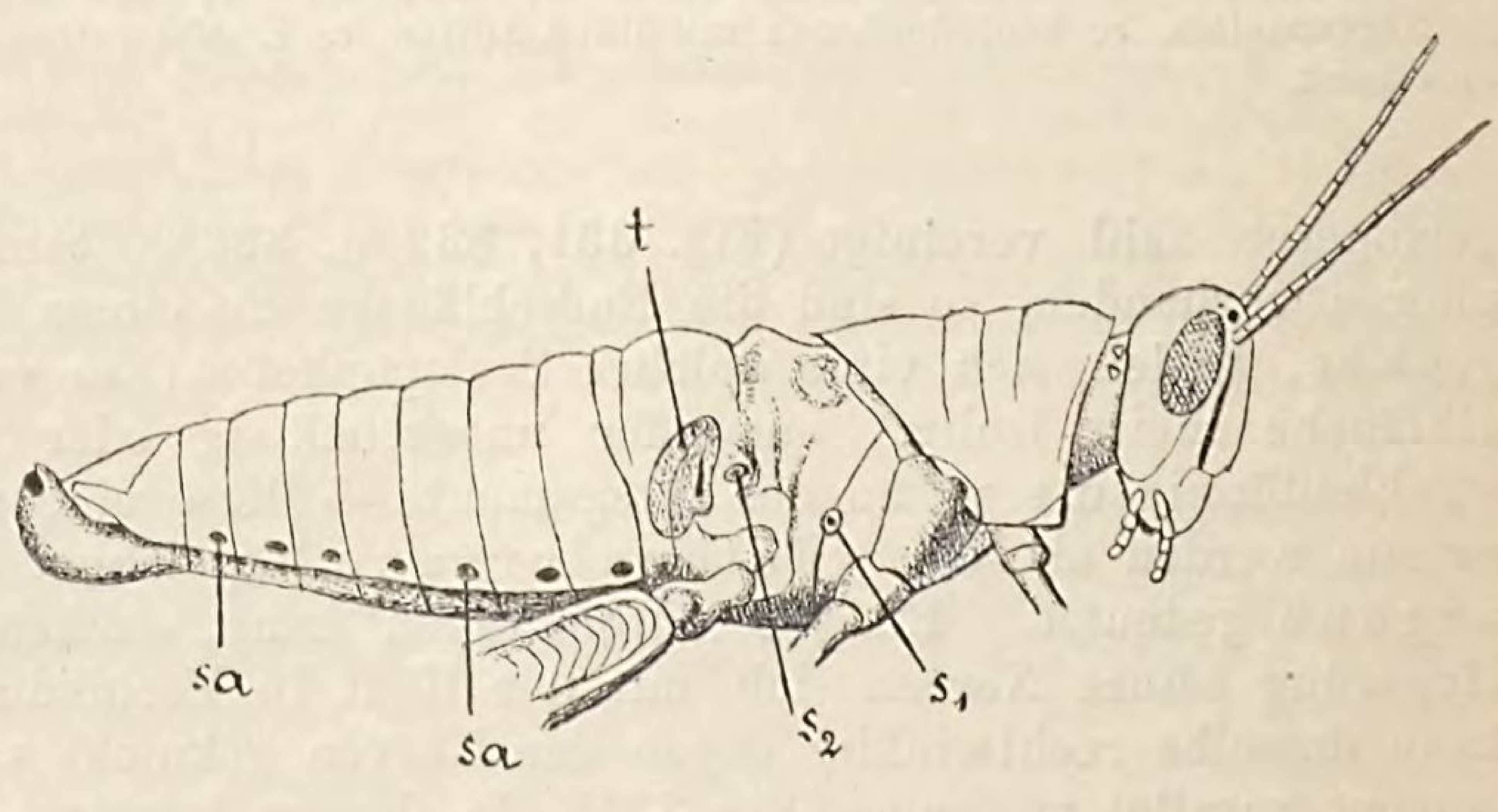


Fig. 334. **Tibia des Vorderbeines von Locusta viridissima.** *td* Trommelfelldeckel, *tr* Ritze zwischen Trommelfell und dem es bedeckenden Deckel. (Nach V. Graber.)

Fig. 335. **Seitenansicht von Acridium tartaricum.** s_1 Stigma des Mesothorax, s_2 Stigma des Metathorax, *sa* Stigmata des Abdomens, *t* Trommelfell des tympanalen Gehörorgans (Nach Fischer.)

Die Scolopophoren sind bei den Saltatorien sehr zahlreich (über 100). Ihre Endschläuche setzen sich bei den Feldheuschrecken (Acridiidae) von innen an die Hypodermis von Hautskeletstellen an, welche gegenüber dem umgebenden Exoskelet membranartig verdünnt erscheinen und als Trommelfelle (Tympana) bezeichnet werden (Fig. 334 und 335). Ein solches Trommelfell kann sogar zwischen einem verdickten Skeletrahmen ausgespannt sein, und das Integument kann, einem äusseren Ohre vergleichbar, in Form einer deckelartigen Falte zum Schutze des Trommelfells über dasselbe vorwachsen. Ein Tracheenstamm erweitert sich unter dem Trommelfell zur Bildung einer Blase, die mit einer Paukenhöhle verglichen wurde. Zwischen Blase und Trommelfell liegt eben der Nervenendapparat, das sogenannte MÜLLER'sche Ganglion mit den Scolopophoren, deren Endschläuche sich an eigenthümliche innere Fortsätze in der Mitte des Trommelfells anheften. Durch besondere Muskeln kann das Trommelfell gespannt werden. Bei den Grylliden und Locustiden setzen sich die Endschläuche der Scolopophoren nicht an das Trommelfell selbst, sondern oberhalb desselben an das Integument an. Die Locustiden besitzen ausser dem MÜLLER'schen Ganglion mit seinen Scolopophoren noch ein Band von etwas abweichend gestalteten Scolopophoren, welches der als Resonanzkasten fungirenden Trachealblase aufliegt.

Die tympanalen Gehörorgane der Saltatoria liegen entweder (Acridien Fig. 335) in einem Paar zu Seiten des ersten Abdominalsegmentes oder (Grylliden, Locustiden Fig. 334) an den Schienen der Vorderbeine. Im letzteren Fall finden sich an jeder Schiene gewöhnlich 2 einander gegenüberliegende Trommelfelle.

(Zwischen den Basalstücken der Maxillen der Chilopodengattung Scutigera liegt jederseits eine Tasche, auf deren Boden sich dichtgedrängte Plättchen und Haare in die Höhlung erheben. Die Plättchen und Haare stehen auf ebenso dichtgedrängten Falten der Cuticula des Taschengrundes. Man vermuthet in diesem noch näher zu untersuchenden Gebilde ein Gehörorgan.)

C) Geruchsorgane, Geschmacksorgane.

Der Sitz des Geruchssinnes ist, ähnlich wie bei den Krebsen, in den Antennen (vielleicht daneben auch in den Maxillarpalpen) zu suchen, die auch bei den Insekten recht häufig beim männlichen Geschlecht stärker entwickelt sind als beim weiblichen. Als specifische Geruchsorgane gelten kurze, oft zapfen-, kegel- und kolbenförmige, an der Spitze meist offene Fortsätze, welche entweder frei, oder im Grunde von Grübchen, an den Antennen sich finden. Unter jedem Riechzapfen besitzt die Cuticula einen Porus, durch welchen in den Zapfen hinein Fibrillen eines hypodermalen Ganglions hineintreten (Fig. 336). Aehnliche Endapparate, welche an der Zungenbasis,

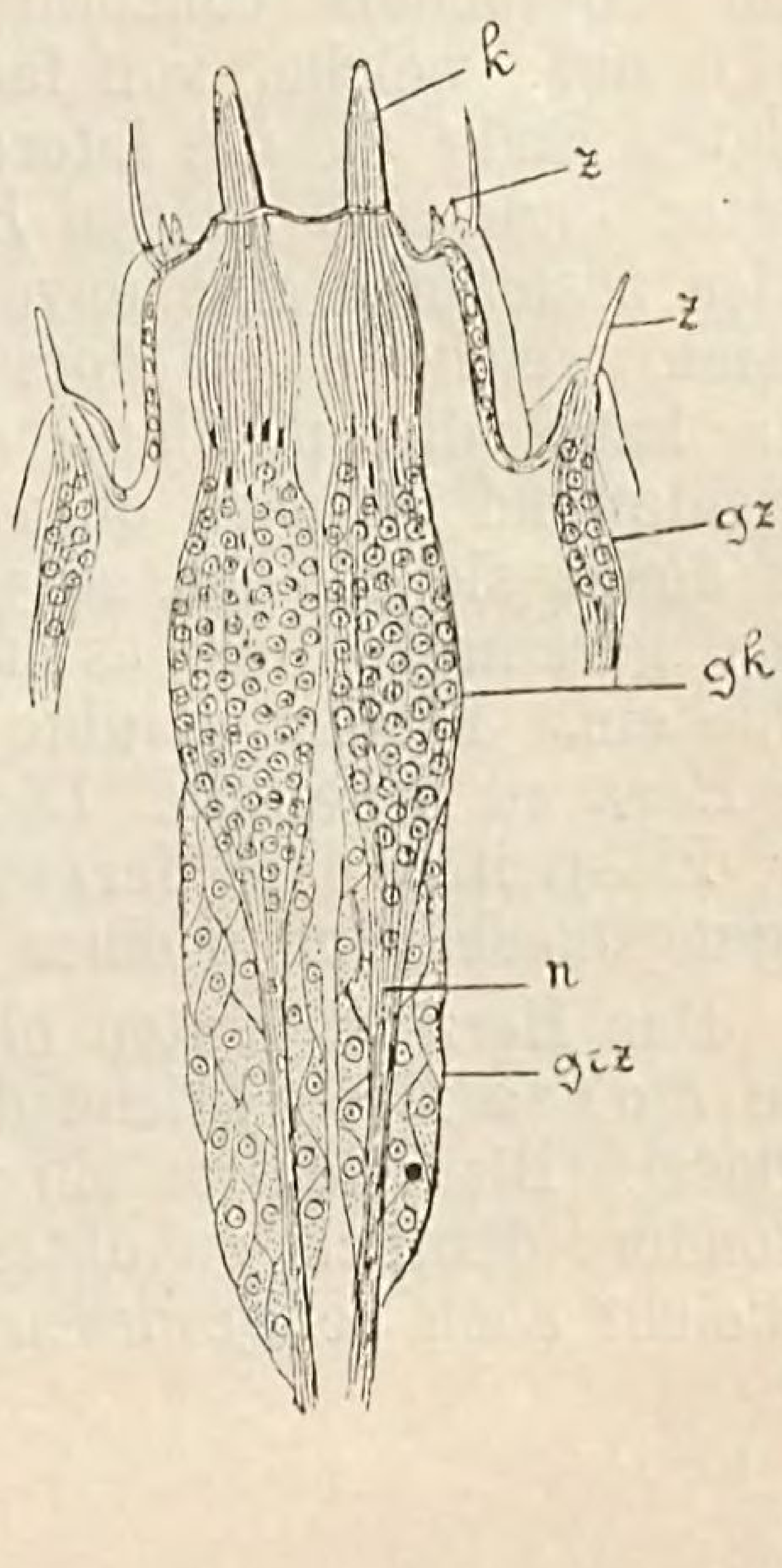


Fig. 336. **Als Geruchsorgane gedeutete Sinnesorgane am Ende der Antennen von Iulus sabulosus,** auf einem Längsschnitt durch die Antenne. *k* Sinneskegel, *z* Sinneszapfen, *gk* Ganglien der Sinneskegel, *gz* Ganglien der Sinneszapfen, *n* Nerv, *grz* grosse Zellen an den Ganglien der Sinneskegel. (Nach v. RATH.)

Zungenspitze und an der Unterseite der Maxillen von Hymenopteren, an den Innenflächen der Labellenkissen des Fliegenrüssels und am Gnathochilarium von Diplopoden zur Beobachtung gelangten, sind vielleicht als Geschmacksorgane zu deuten. Specifische Tastorgane sind längere, einfache oder gefiederte Borsten (Fig. 331, pag. 486), die überall an der Körperoberfläche, ganz besonders aber an den Fühlern und Maxillarpalpen der Antennaten, an den Labellenkissen des Fliegenrüssels u. s. w. vorkommen. Von einer hypodermalen Ganglienzelle tritt ein Achsenfaden in das Tasthaar ein und durchzieht dasselbe.

VII. Das Circulationssystem

verhält sich bei den Antennaten äusserst einfach. Das farblose oder hellgelbe oder hellgrüne Blut, welches amöboide Blutkörperchen enthält, bewegt sich in besonderen Stromrichtungen im Lacunensystem (Leibeshöhle) des Körpers. Seine Circulation wird unterhalten durch die Contractionen eines contractilen Rückengefässes (Rückenherz), welches bei dem äusserst reducirten Zustand des arteriellen Gefässsystems für sich allein fast den ganzen eigenwandigen Theil des Circulationssystems darstellt. Das Rückengefäss ist ein über dem Darm in der Längsrichtung verlaufender zarter Schlauch, welcher aussen und innen von wahrscheinlich elastischen Membranen ausgekleidet ist. Zwischen beiden Membranen verläuft ein System zarter Muskelfasern, die einen vorwiegend circulären, bisweilen einen gekreuzten Verlauf nehmen. Das Rückengefäss zerfällt in segmentale hintereinander liegende Kammern, an deren Grenze Klappenvorrichtungen angebracht sind, die bei der von hinten nach vorn fortschreitenden Contraction des Rückengefässes ein Zurückströmen des Blutes von den vorderen in die hinteren Kammern verhindern. Das Rückengefäss ist mit paarigen seitlichen Spaltöffnungen, Ostien, versehen, welche, wie es scheint, meist intersegmental gelagert, eine offene Communication zwischen dem umgebenden Abschnitt der Leibeshöhle und dem Innern des Herzschlauches herstellen. Es kann in verschiedener Weise durch Muskelfäden mit benachbarten Theilen, Darm, Rückenintegument u. s. w., verbunden sein. Besonders constant treten paarige sogenannte Flügelmuskeln auf, welche, von fast dreieckiger Gestalt, sich mit ihrem verjüngten Ende an die latero-dorsale Leibeswand ansetzen, während ihr breites Ende sich an den Herzkammern befestigt. Diese Flügelmuskeln bilden zusammen eine unvollkommene horizontale Scheidewand über dem Darme, welche einen dorsalen Sinus begrenzt, in dem das Herz liegt. Man kann diesen Sinus als Pericardialsinus bezeichnen. Die Scheidewand ist nach oben gewölbt, contrahiren sich die Flügelmuskeln, aus denen sie besteht, so wird sie gespannt und flach, das Pericard wird dabei geräumiger und es strömt Blut in dasselbe aus der übrigen Leibeshöhle ein. Früher glaubte man, dass die Flügelmuskeln dazu dienen, das Herz zu erweitern. Diese Erweiterung scheint aber bloss eine Folge der Elasticität der Herzwand zu sein. Doch bedarf der ganze Bewegungsmechanismus einer erneuten Untersuchung.

Das Herz ist hinten blindgeschlossen, setzt sich aber nach vorn in eine Aorta fort, welche das Blut in das Lacunensystem des Körpers entleert. Bisweilen ist ein ventraler, das Bauchmark umgebender Sinus besonders deutlich zu unterscheiden (bei Myriapoden, Orthopteren und vielleicht auch bei gewissen Apterygoten), in welchem das Blut von vorn

nach hinten strömt. Ein demjenigen von Peripatus ähnlicher Herznerv ist hie und da zur Beobachtung gelangt.

Myriapoda (Fig. 337). Das Herz durchzieht den ganzen Körper und besitzt so viele Kammern und Flügelmuskelpaare, als Rumpfsegmente vorhanden sind. Aus der vordersten Kammer entspringt eine Aorta, welche sich im Kopfe in 3 Aeste theilt. Bei Iuliden und Scolopendriden sollen in der Nähe der Spaltöffnungen seitliche Arterien abgehen.

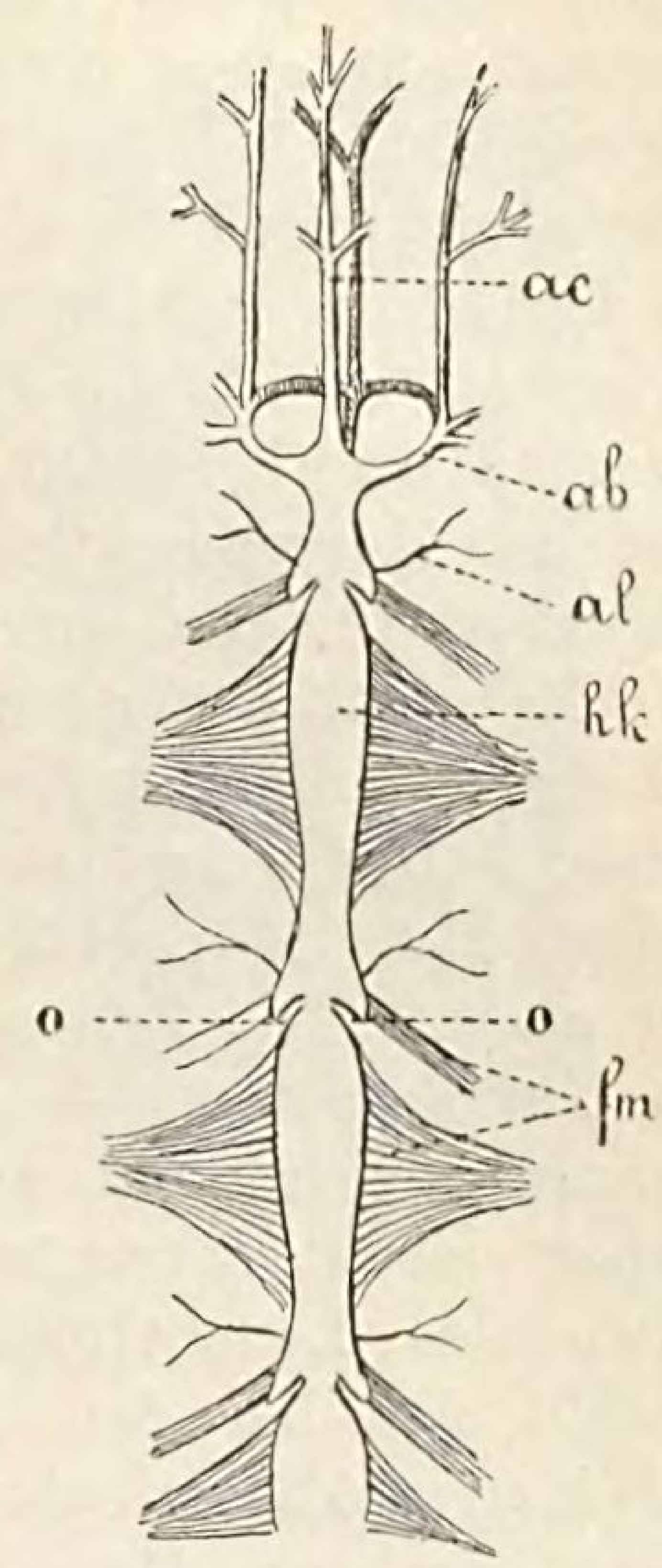


Fig. 337. **Vorderes Ende des Herzens von Scolopendra** (nach NEWPORT). *ac* Arteria cephalica, *ab* Arterienbogen, *al* laterale Arterien, *hk* Herzkammer, *o* Ostien des Herzens, *fm* Flügelmuskeln desselben.

Hexapoda. Apterygota. Das Herz besteht bei den Thysanuren aus 9 Kammern und besitzt 9 Ostienpaare und 9 Paar schwach ausgebildete Flügelmuskeln, die höchste Zahl, welche bei Hexapoden erreicht wird. Es erstreckt sich nach vorn bis in das letzte oder sogar vorletzte Thoracalsegment, eine wichtige Thatsache, da bei allen geflügelten Insekten mit einziger Ausnahme einzelner Orthopteren (Blatta) das Herz ausschliesslich auf das Abdomen beschränkt ist. Die Aorta der Thysanuren ist, da das Herz sich so weit nach vorn erstreckt, kurz. Die Zahl der Herzkammern und Ostienpaare ist bei den Collembola reducirt (5 bei Macrotoma).

Pterygota. Das Herz ist mit Ausnahme einzelner Orthopteren auf das Abdomen beschränkt und besitzt höchstens 8 Ostienpaare. Die Zahl der Ostienpaare, Flügelmuskelpaare und Herzkammern kann sich in ähnlicher Weise reduciren wie die Zahl der Ganglienknoten des Bauchmarks. Die Aorta durchzieht den Thorax und lässt sich bis in den Kopf verfolgen.

Bei Lepidopteren bildet die Aorta im Thorax eine dorsalwärts gerichtete Schlinge mit ansehnlicher Erweiterung (Fig. 349, pag. 503, *ac*). In einzelnen Fällen hat man Verzweigungen der Aorta im Kopf beobachtet. Bei Ephemeridenlarven treten von der letzten Herzkammer aus eigenwandige Blutgefässe in die drei Schwanzborsten ein. Die Klappen zwischen der letzten und vorletzten Herzkammer sind hier so gestellt, dass sie einen Rücktritt des Blutes aus der letzten in die vorletzte verhindern. Bei der Contraction der letzten Kammer wird deshalb das Blut in die drei Arterien der Schwanzborsten hineingetrieben.

Das Fehlen eines entwickelten arteriellen Gefässsystems wird compensirt, resp. bedingt durch die ausserordentlich reiche Verästelung der Athmungswerkzeuge (Tracheen), welche dem alle Organe bespülenden Blut Sauerstoff zuführen.

Während sonst bei den höheren Thieren das Blut gewöhnlich in besonderen geschlossenen Bahnen den localisirten Sitz der Athmungsprocesse aufsucht, suchen hier im Gegentheil die Athmungsorgane das Blut und das Blutgewebe auch in den letzten Winkeln des Körpers auf.

VIII. Fettkörper, Leuchtkörper.

In der Leibeshöhle liegt eine Masse grosser, mit Fetttröpfchen erfüllter Zellen, die zusammen den sogenannten Fettkörper bilden. Dieser ist verschieden gestaltet, bedeckt innere Organe, die in ihn eingehüllt erscheinen, bildet eine Schicht unter der Haut u. s. w. Er ist besonders bei den Larven sehr stark entwickelt und stellt einen Reservefonds von Nahrung dar, welcher bei der Metamorphose, bei der Erzeugung und Reifung der Geschlechtsprodukte u. s. w. in Anspruch genommen wird. Der Stoffwechsel im Fettkörper ist ein sehr reger, wie die Thatsache beweist, dass seine Zellen oft zahlreiche Harnsäureconcremente enthalten. In einzelnen Fällen hat man nachgewiesen, dass der Fettkörper bei der Larve fettreich und arm an Harnsäure-Concrementen, bei der Imago fettarm und reich an Harnsäure-Concrementen ist.

Es giebt Käfer, welche entweder am Abdomen (Lampyriden) oder an der Brust (einzelne Elateriden, Pyrophorus) intensiv leuchtende Stellen besitzen. Der Sitz des Leuchtens ist ein Leuchtorgan, das morphologisch als ein speciell differenzirter Theil des Fettkörpers betrachtet werden muss. Die Zellen dieses Leuchtkörpers sondern — unter Kontrolle des Nervensystems — einen Stoff ab, welcher unter Leuchterscheinungen verbrannt wird, und zwar durch den Sauerstoff, welchen die im Leuchtkörper sich stark verästelnden und in Capillaren auflösenden Tracheen den Zellen das Leuchtkörpers zuführen. Eine schwach leuchtende, dorsale Schicht des bei den Lampyriden unter der Bauchdecke des zweit- und drittletzten Abdominalsegmentes liegenden Leuchtorgans enthält sehr zahlreiche harnsaure Concremente.

Andere in der Leibeshöhle vorkommende Zellelemente, von denen eine Kategorie als bisweilen fetthaltige Pericardialzellen an den Flügelmuskeln des Herzens liegt, können hier nicht näher berücksichtigt werden. Sie bilden mit den Blutkörperchen und dem Fettkörper zusammen das sogenannte Blutgewebe.

IX. Die Respirationsorgane.

A) Das Tracheensystem.

Die Athmungsorgane der Antennaten sind luftführende Kanäle (Tracheen), welche einerseits durch paarige, streng segmental angeordnete äussere Oeffnungen (Stigmen) mit der Aussenwelt communiciren, andererseits durch gewöhnlich sehr zahlreiche und sich in feinste Capillaren auflösende Verästelungen sich überall im Körper und seinen Anhängen ausbreiten und zwischen die verschiedenen Organe, ja zwischen die Bestandtheile der Organe eindringen. Die Structur der Tracheen ist überall im Wesentlichen die nämliche, mögen wir einen Hauptstamm oder einen feinen Endzweig ins Auge fassen. Innen ist die Trachea (Fig. 338) von einer chitinigen Intima ausgekleidet, welche eine Fortsetzung der äusseren Chitinhaut des Körpers ist und wie diese bei der Häutung abgeworfen wird. Die Intima ist in einer spiralig verlaufenden Linie verdickt. Dieser chitinige Spiralfaden dient hauptsächlich dazu, die Tracheen offen zu halten. Die Intima ist aussen umkleidet von einer Zelllage, an der die Zellgrenzen oft nicht nachweisbar sind. Die Zelllage stellt das Epithel dar, welches die Intima ausscheidet, und ist

eine Fortsetzung der äusseren Hypodermis. Die äusseren Oeffnungen des Tracheensystems, die sogenannten Stigmen, zeigen in ihrem speciellen Verhalten eine wunderbare Mannigfaltigkeit. Bald liegen sie offen zu Tage, bald mehr versteckt in Hautfalten, bald bedeckt von den Flügeldecken (Coleopteren). Vom Rande des Stigma ragen oft Borsten über dasselbe vor, welche in der zierlichsten Weise verästelt oder gefiedert sein können, so dass sie eine Art Reusenapparat darstellen, der beim Eintreten der Luft Fremdkörperchen, Staub u. s. w. zurückhält. Oft auch ist die äussere Oeffnung selbst eng, spaltförmig, in andern Fällen dagegen ist sie gross, aber von einer siebartig durchbrochenen Membran überspannt. Unter jedem Stigma, am Anfang eines jeden Haupttracheenstammes findet sich ein hier nicht näher zu beschreibender Verschlussapparat, an welchen Nerven herantreten und durch welchen die Tracheen nach aussen vollständig abgeschlossen werden können. Die Luft wird in den Tracheen hauptsächlich durch die Athembewegungen des Abdomens (bei den Hexapoden) erneuert, welche durch die Contractionen dorsoventral verlaufender Muskelfasern bewerkstelligt werden. Bei der Contraction des Abdomens (Exspiration) werden die Tracheen mit comprimirt, und die Luft durch die Stigmen ausgetrieben oder (vornehmlich wenn die Stigmen geschlossen sind) in das Tracheensystem der Brust, des Kopfes und der Extremitäten hineingedrängt. Bei der Erweiterung des Abdomens (Inspiration) tritt wieder neue Luft von aussen in die Tracheen ein, wobei das elastische Spiralfadengerüst der Luftröhren eine wichtige Rolle bei der Erweiterung derselben spielt.

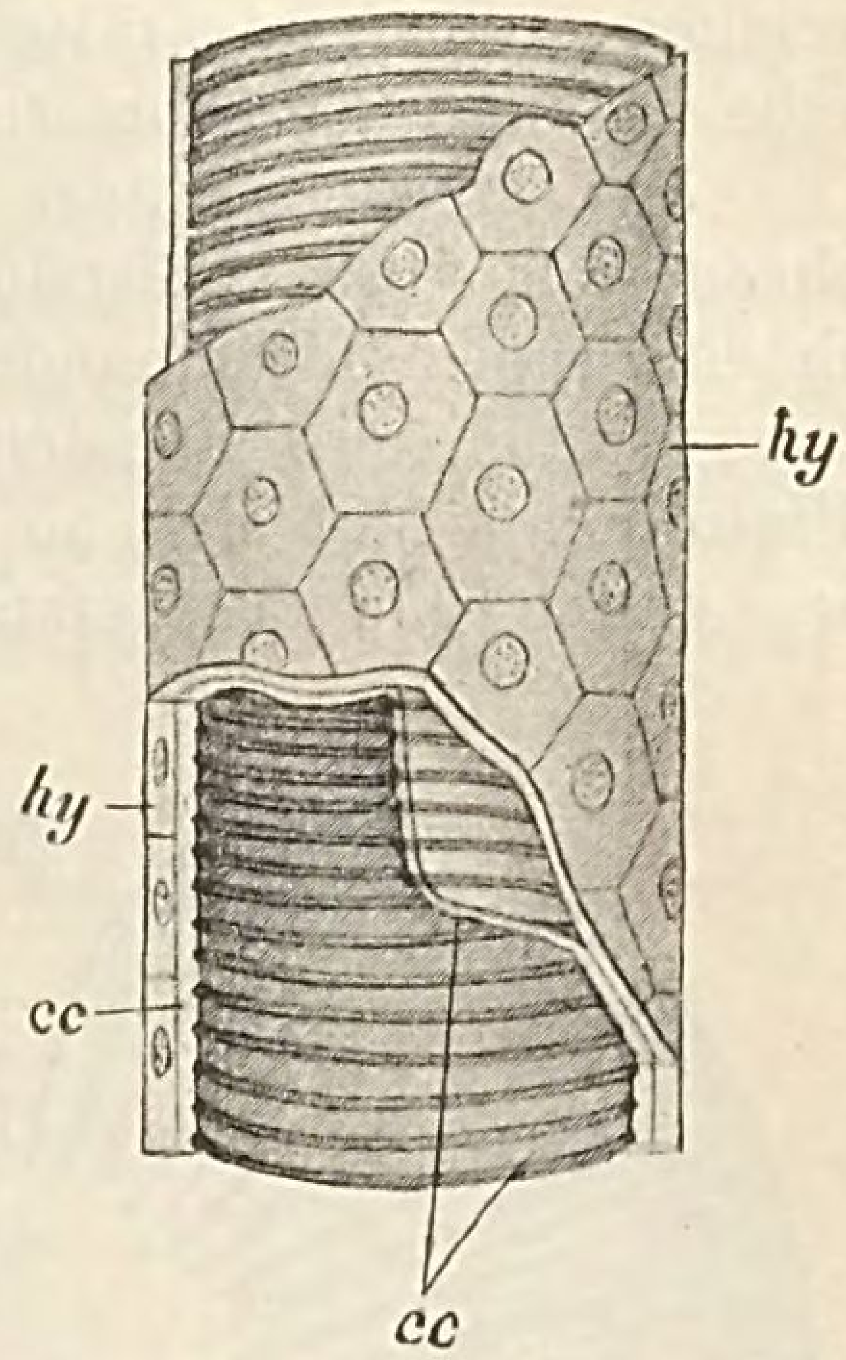


Fig. 338. **Bau einer Trachee,** schematisch. Oben und unten ist ein Stück Epithel von den Tracheen entfernt, unten ist ferner auch ein Stück der chitinigen Intima abgebrochen gedacht. *hy* Tracheenepithel = Tracheenhypodermis = Matrix der chitinigen Intima *cc*, in welcher der spiralig verlaufende Verdickungsstreifen (Spiralfaden) zu sehen ist.

Man ist zu der Annahme berechtigt, dass das Tracheensystem der Antennaten ursprünglich aus ebensovielen Paaren isolirter Tracheenbüschel und Stigmen bestand, als Körpersegmente vorhanden waren, das Aftersegment abgerechnet. Ueberall aber traten, und zwar zunächst am vordersten und am hintersten Leibesende, Reductionen ein, die bis zur Reduction der Stigmen auf ein Paar führen konnten, und es erlitt das Tracheensystem Modificationen, von denen die wichtigste eine Verbindung der verschiedenen ursprünglich von einander getrennten Tracheenbüschel durch Quer- und Längsanastomosen ist.

Mit Rücksicht auf die zerstreute, unregelmässige Ausmündung der Tracheen bei den Protracheaten ist darauf hinzuweisen, dass die Verhältnisse des Tracheensystems aller Antennaten auf eine streng segmentale Ausmündung der Tracheen bei der Stammform derselben hinweisen. Nie kommt bei Antennaten mehr als ein Tracheenpaar auf ein Segment.

Myriapoda.

Die ursprünglichsten Verhältnisse finden wir bei den Diplopoden, wo auf jedes Rumpfsegment ein Paar Stigmen und ein Paar Tracheenbüschel kommt. Jedes Doppelsegment hat also 2 Paar Stigmen und 2 Paar Tracheenbüschel. Die einzelnen Tracheenbüschel stehen nicht mit einander durch Anastomosen in Verbindung. Jedes Stigma führt in eine Tracheentasche, deren Grund in spitze Hörner ausgezogen ist, in welche die zahlreichen, aber unverästelten Tracheen einmünden. Verästelte Tracheen scheinen nur bei Glomeriden vorzukommen.

Das Tracheensystem der Chilopoden zeigt dadurch, dass die Tracheen sich stark verästeln und dass die zu einem Stigma gehörenden Tracheengruppen mit einander durch Quer- und Längsanastomosen in Verbindung treten, ein abgeleitetes Verhalten. Nur bei den Geophiliden und Plutonium erhält sich an jedem beintragenden Rumpfsegment, mit Ausnahme des ersten und des letzten, ein Stigmenpaar. Bei den Lithobiusarten und

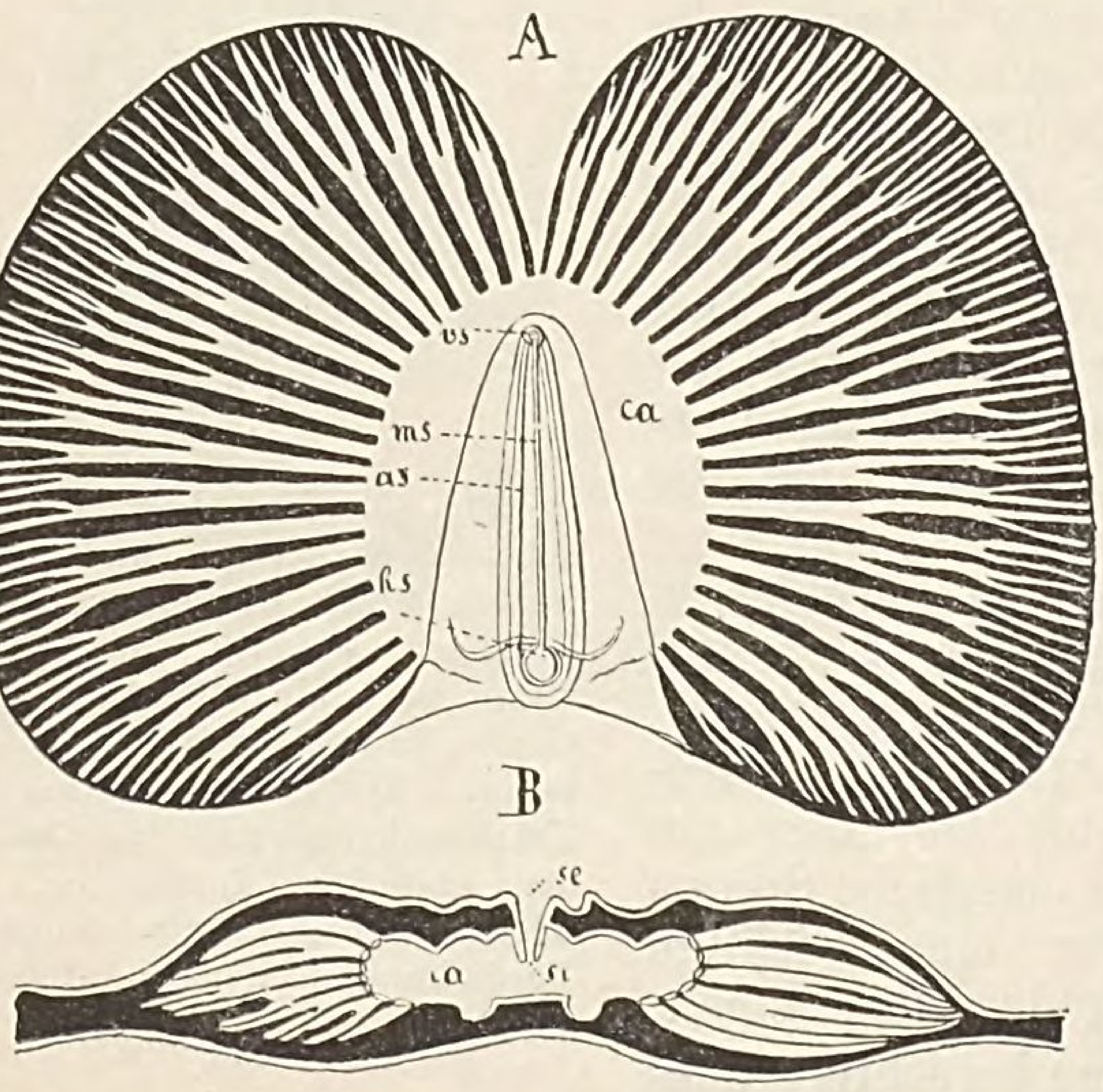


Fig. 339. **Tracheenmasse einer Rückenplatte von Scutigera coleoptrata.** *A* von oben; *B* im Querschnitt (durch die intersegmentale Falte der Rückenplatte), schematisirt (nach HAASE). Die Tracheen, die von beiden Seiten her in die Lufthöhle (*ca*) einmünden, sind weiss ausgespart. *vs* Vorderes, *hs* hinteres Stomaloch, *as* und *se* äussere, *ms* und *si* innere Stomaspalte.

den Scolopendriden (excl. Plutonium) findet sich vom dritten Rumpfsegment an ziemlich regelmässig an jedem zweiten Segment ein Stigmenpaar. Das letzte beintragende Segment ist auch hier stigmenlos. Bei Scutigera und Henicops gehören die Stigmen den Rumpfsegmenten 1, 3, 5, 8, 10, 12 und 14 (bei 15 Rumpfsegmenten) an. Das Tracheensystem von Scutigera (Fig. 339) ist durch mancherlei Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet. Die Stigmen sind nämlich hier unpaar und liegen in der dorsalen Mittellinie. Jedes Stigma führt in eine Lufttasche, in welche jederseits gegen 300 dichtgedrängte, radiär gestellte, unverästelte Tracheenröhren einmünden. Diese specielle Form der Tracheenmasse ist interessant mit Hinblick auf die Auffassung der später zu beschreibenden, sogenannten Fächertracheen der Arachniden.

Das Respirationssystem der Symphylen, die sonst in mancher Beziehung als sehr ursprüngliche Myriapodenformen gelten, ist sehr stark reducirt. Es finden sich nur 2 Stigmata, und zwar an der Unterseite des

Kopfes unter den Fühlern. Es ist dies in der ganzen Abtheilung der Antennaten der einzige Fall, dass sich ein Stigmenpaar am Kopf erhalten hat. Die verästelten Tracheen erstrecken sich weder in die Beine und Fühler noch in die hintere Körperregion hinein.

Bei den Pauropoden scheint das Tracheensystem ganz rückgebildet zu sein.

Hexapoda.

Apterygota. Das Tracheensystem bietet bei einzelnen Thysanuren insofern ursprüngliche Verhältnisse dar, als die Längs- und Queranastomosen (bei einzelnen Machilisarten und bei Campodea) fehlen (Fig. 340). Doch sind sie bei anderen Thysanuren vorhanden (Iapyx, Nicoletia, Lepisma und einzelne Machilisarten). Die häufigste Zahl der Stigmenpaare scheint 10 zu sein (Nicoletia, Lepisma, Lepismina), in diesem Falle kommen 2 auf den Thorax und 8 auf das Abdomen. Machilis (maritima) hat nur 9 Stigmenpaare: 2 thoracale und 7 abdominale; Iapyx soll 11 Stigmenpaare besitzen, nämlich 7 am Abdomen und — ein bei den Antennaten ganz allein dastehendes Verhalten — 4 Stigmenpaare an der Brust. Bei Campodea ist die Zahl der Stigmenpaare auf 3 reducirt, die dem Thorax (das letzte vielleicht dem ersten Abdominalsegment) angehören.

Pterygota (Fig. 341). Quer- und Längsanastomosen scheinen bei allen geflügelten Insekten vorhanden zu sein. Unter den Längsanastomosen bildet sich jederseits eine zu einem besonders kräftigen Tracheenlängsstamm aus, und man bekommt dann den Eindruck, dass diese Längsstämme den Centraltheil des Tracheensystems bilden, von welchem neben zahlreichen sich im Körper reich verästelnden Seitenästen auch solche abgehen, die zu den Stigmen verlaufen und durch sie nach aussen münden. Bei den Dipteren, Hymenopteren und unter den Coleopteren bei den Hydrophiliden und Lamellicorniern können sich die Tracheen an einzelnen Stellen zu grossen sackartigen Tracheenblasen ohne Spiralfäden erweitern, die als Luftsäcke bezeichnet werden (Fig. 321, pag. 475).

Die Zahl und Anordnung der Stigmen variirt innerhalb weiter Grenzen. Nie kommen bei einem und demselben Insekt auf einer und derselben Altersstufe mehr als 10 Stigmenpaare zugleich vor. Von diesen Stigmen kommt je ein Paar auf Mesothorax, Metathorax und auf jedes der 8 ersten Abdominalsegmente. Ein Tracheensystem, welches sich durch zahlreiche offene Stigmenpaare auszeichnet, wird als holopneustisch bezeichnet. Die Imagines der weitaus grossen Mehrzahl der Insekten sind holopneustisch, wenn sich auch die Zahl der Stigmen vorzugsweise am Abdomen reduciren kann.

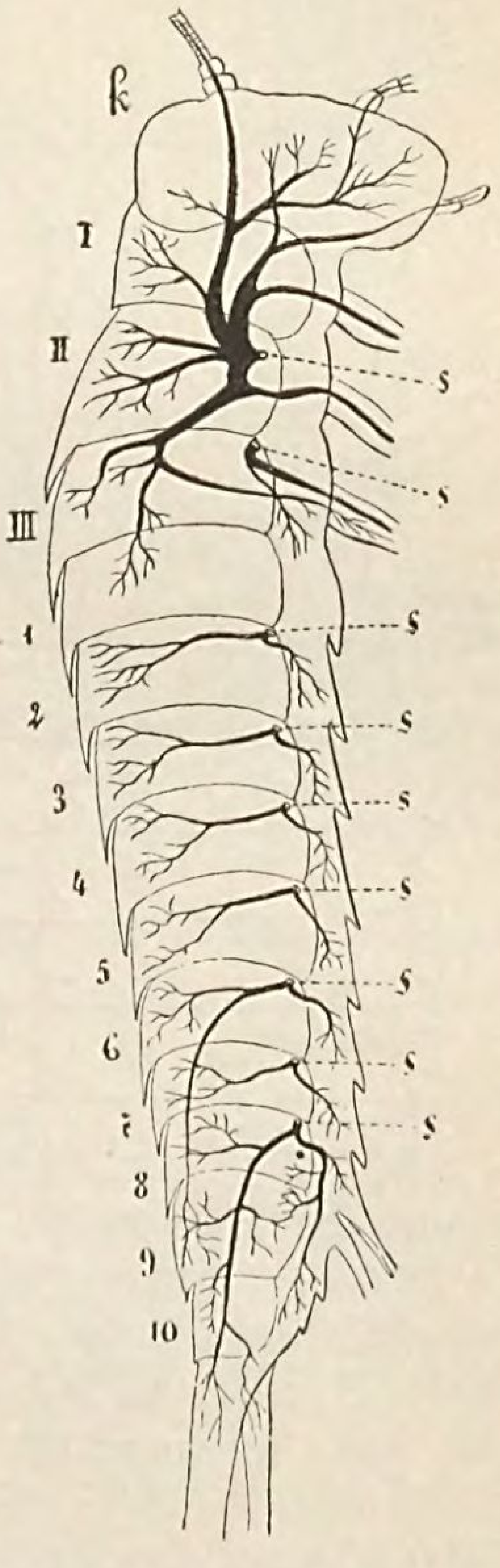


Fig. 340. **Machilis maritima**, von der Seite. Das Tracheensystem der rechten Seite ist dargestellt (nach OUDEMANS). *k* Kopf, *I*, *II*, *III* Thoracalsegmente, 1—10 Abdominalsegmente, *s* Stigmen.

Mehr als 2 Stigmenpaare an der Brust besitzen nur die Aphaniptera, indem hier ein sonst bei der Imago fehlendes prothoracales Stigmenpaar vorhanden ist.

Interessante Verhältnisse, welche für die morphologische Auffassung der Larvenformen von grösster Wichtigkeit sind, zeigt das Tracheensystem der Insektenlarven.

1) Das ursprünglichste Verhalten findet sich bei denjenigen Insekten mit allmählicher Verwandlung, deren Larven auf allen Entwickelungsstadien auf dem Lande leben, wie die Imagines (Orthoptera). Hier sind die Larven holopneustisch, und das Tracheensystem der Larve wird einfach zu demjenigen der Imago. Auch bei Insekten mit vollkommener Verwandlung können holopneustische Larven vorkommen, so bei manchen Käferlarven aus der Abtheilung der Malacodermata, die sich dadurch als eine ursprüngliche Käfergruppe erweist.

2) Der holopneustische Zustand des Tracheensystems wird bei zahlreichen Larven von Insekten mit unvollkommener Verwandlung durch Anpassung an das Leben im Wasser stark beeinträchtigt. Es sind nämlich bei den im Wasser lebenden Larven der Ephemeridae, Odonata, Plecoptera keine offene Stigmen vorhanden, das Tracheensystem ist vollständig geschlossen, ist apneustisch. Doch sind die Anlagen der von den Stigmen zu den Längsstämmen verlaufenden Tracheenäste vorhanden, nur sind sie luftleer und treten in Form von Strängen (Fig. 344 *vf*) auf, welche bei der Häutung der Larventracheen eine wichtige Rolle spielen und sich dabei vorübergehend nach aussen öffnen. Bei dem Uebergang des letzten Larvenstadiums in die Imago werden die erwähnten Stränge hohl, und das Tracheensystem wird holopneustisch. Alle diese Larven athmen durch Tracheenkiemen.

3) Bei der grossen Mehrzahl der Larven von Insekten mit vollkommener Verwandlung sind die Stigmen der bei der Imago flügeltragenden Brustsegmente (Mesothorax und Metathorax) verschlossen, dagegen findet sich meist ein, der Imago fehlendes, prothoracales Stigmenpaar. Das Tracheensystem dieser Larven ist peripneustisch. (Es handelt sich hier offenbar um eine mit Rücksicht auf das Fehlen der Flügel bei der Larve verspätete Differenzirung der die Flügel und ihre Musculatur versorgenden

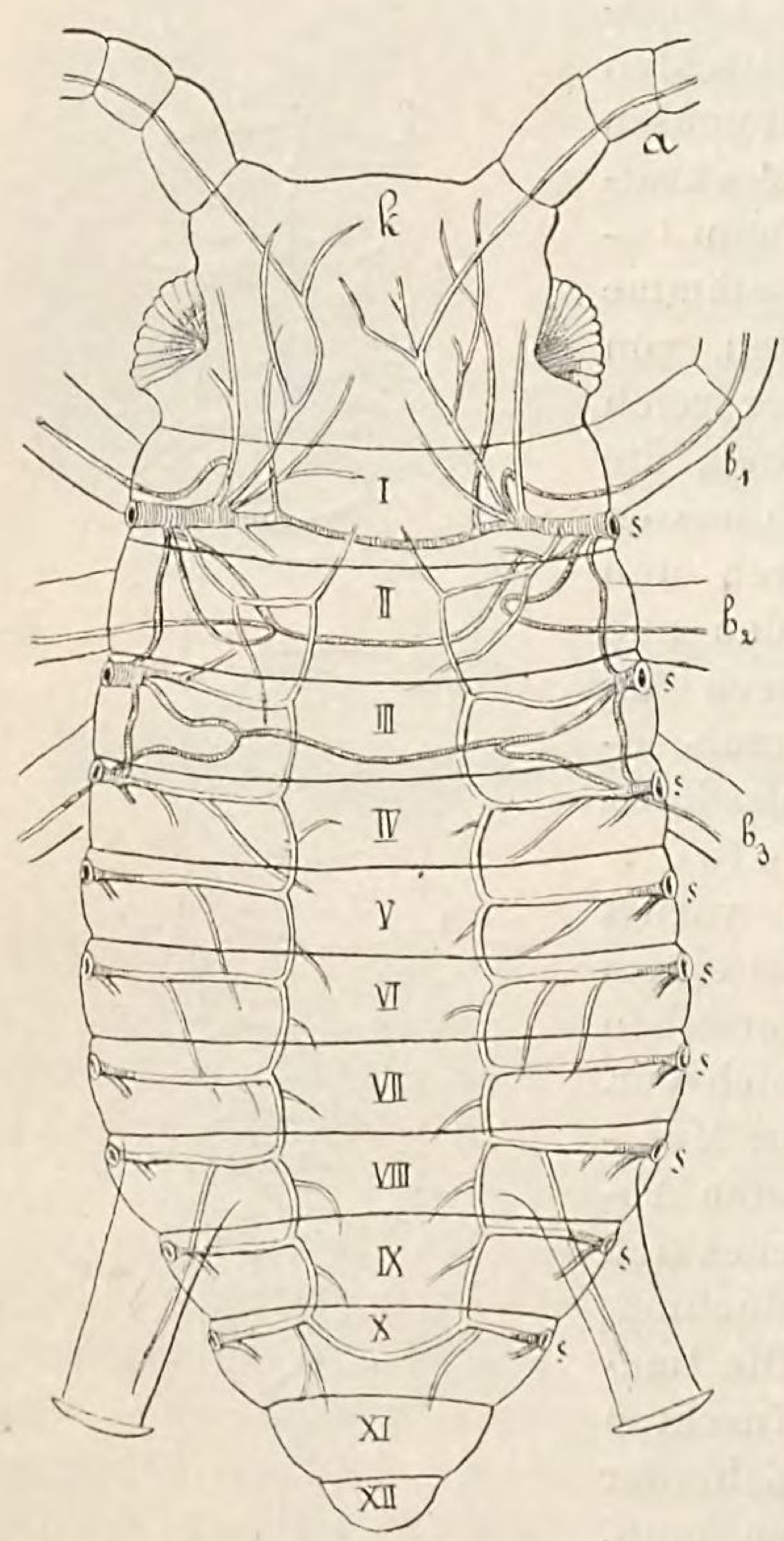


Fig. 341. **Halb entwickelte Larve eines agamen, ungeflügelten Weibchens von Aphis Pelargonii. Das Tracheensystem** von oben gesehen (nach Witlaczil). *k* Kopf, *a* Antenne, *I*, *II*, *III* Segmente des Thorax, *IV—XII* Segmente des Abdomens, b_1, b_2, b_3 die 3 Beinpaare, *s* die Stigmen des Tracheensystems.

Tracheen. Die betreffenden *Stigmenstränge* sind nämlich bei der Larve der Anlage noch vorhanden.)

4) Durch Anpassung an verschiedene Lebensweisen kann das Tracheensystem peripneustischer Larven sich in verschiedener Weise modificiren: a) Es kann bei in Wasser lebenden Larven *apneustisch* werden, so bei den Phryganiden- und Sialidenlarven, die durch Tracheenkiemen athmen. b) Es können durch Anpassung an das Leben im Wasser oder an das parasitische Leben alle Stigmen bei der Larve verschlossen bleiben mit Ausnahme des letzten Paares. Das Tracheensystem wird dann als *metapneustisch* bezeichnet. Die Larven schöpfen mit diesem am Hinterleibsende gelegenen Stigmenpaare, dessen Umgebung sich häufig siphoartig verlängert oder mit andern zweckmässig gebauten Einrichtungen versehen ist, Luft an der Oberfläche des Wassers oder Wirthes. Metapneustisch sind die Larven der Wasserkäfer und viele im Wasser oder parasitisch lebende Dipterenlarven. c) Bisweilen ist ausser dem hintersten noch ein vorderes (prothoracales) offenes Stigmenpaar vorhanden (Fig. 342). Ein solches *amphipneustisches* Tracheensystem besitzen manche parasitisch oder halbparasitisch lebenden Dipterenlarven (Oestridae, Asilidae), welche nur ihr vorderes und hinteres Leibesende aus dem den übrigen Körper umgebenden Medium hervorstrecken. Die Larvenstigmen der meta- und amphipneustischen Fliegenlarven gehen bei der Verwandlung zu Grunde.

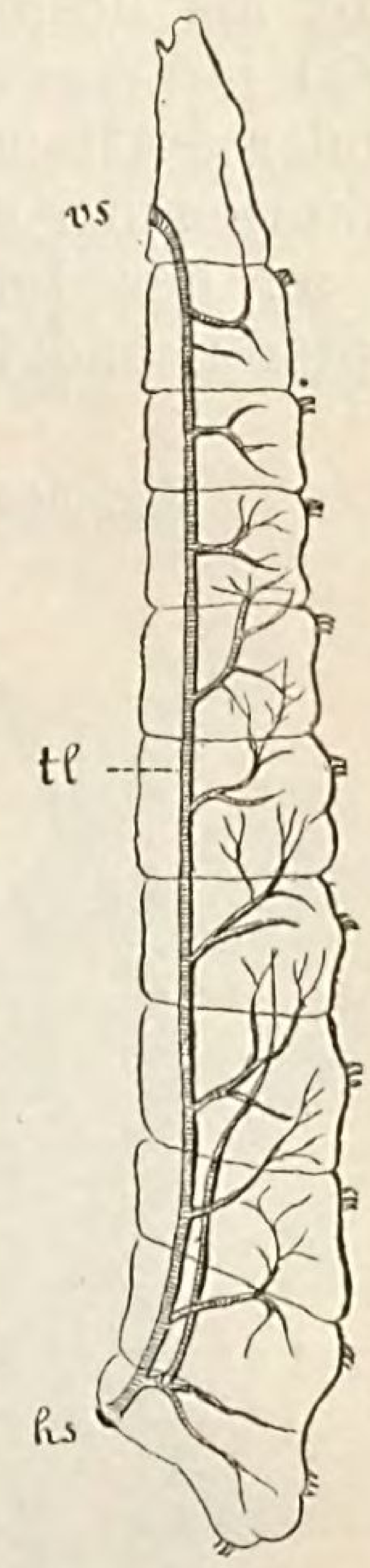


Fig. 342. **Rechtsseitiges Tracheensystem einer Fliegenmade,** von der Seite gesehen. *vs* Vorderes, *hs* hinteres Stigma, *tl* Tracheenlängsstamm.

In allen Fällen, wo die Larve nicht holopneustisch ist, sind doch die imaginalen Stigmenäste des Tracheensystems der Anlage nach vorhanden. Von solchen während der Larvenperiode latent bleibenden *Anlagen* muss man die *Rudimente* von Stigmenästen unterscheiden, die bei den Imagines von Insektenarten verschiedener Ordnungen vorkommen. Es handelt sich hier um *verschwindende* Stigmen. Vielfach sind mehrere abdominale Stigmenpaare gänzlich verschwunden.

Die eigenthümlichen Verhältnisse des Tracheensystems der Insektenlarven zeigen auf das deutlichste, wie sehr specielle Existenzbedingungen die Organisation freilebender Larven beeinflussen können.

B) *Die Tracheenkiemen* (Fig. 343 und 344).

Ueber diese Athmungsorgane von im Wasser lebenden Insektenlarven ist schon im Abschnitt „Flügel“ Einiges gesagt worden. Ausser bei den dort erwähnten Ephemeriden-, Trichopteren- und Sialidenlarven kommen Tracheenkiemen, d. h. zarthäutige Fortsätze des Körpers, in welche hinein sich Tracheen erstrecken, auch noch bei den Larven der Plecoptera (Perliden), Odonaten und bei im Wasser lebenden Larven vereinzelter Arten von Dipteren, Hymenopteren, Lepidopteren und Coleopteren vor. Die Tracheenkiemen der Odonaten sind entweder äussere (Agrion) und stellen 3 Kiemenblätter am letzten Abdominalring dar, oder sie sind innere (Libellula, Aeschna) und stellen Falten im

Mastdarm dar. Im letzteren Fall wird durch den After abwechselnd Wasser aufgenommen und ausgestossen. Die Tracheenkiemen der Perlidenlarven sind sehr verschiedenartig gestaltet, bald schlauch-, bald büschelförmig u. s. w. und kommen an sehr verschiedenen Körpertheilen vor. Das Gleiche gilt von den Tracheenkiemen, die vereinzelt bei Larven von Dipteren, Hymenopteren, Lepidopteren und Coleopteren auftreten. Die mit Tracheenkiemen ausgestatteten Insektenlarven sind apneustisch. Die Tracheenkiemen erweisen sich nach allem, was gesagt wurde, als Respirationsorgane, welche in Anpassung an das Leben der Larven im Wasser in verschiedenen Insektenordnungen unabhängig von einander entstanden sind. Sie werden beim Uebergang in die Imago abgeworfen bei den Ephemeriden, Agrioniden und Dipteren, sie bleiben aber an der Imago erhalten bei Perliden, Aeschniden, Sialiden, Lepidopteren und Coleopteren.

Fig. 343.

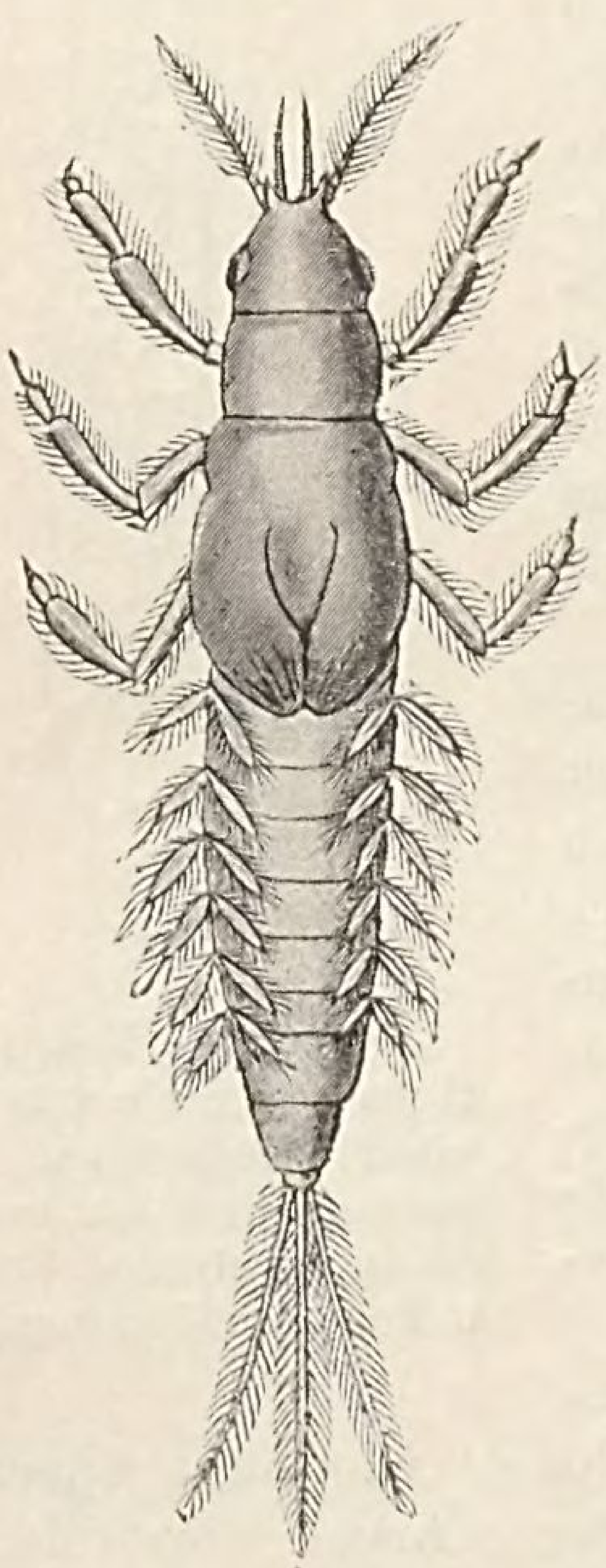


Fig. 344.

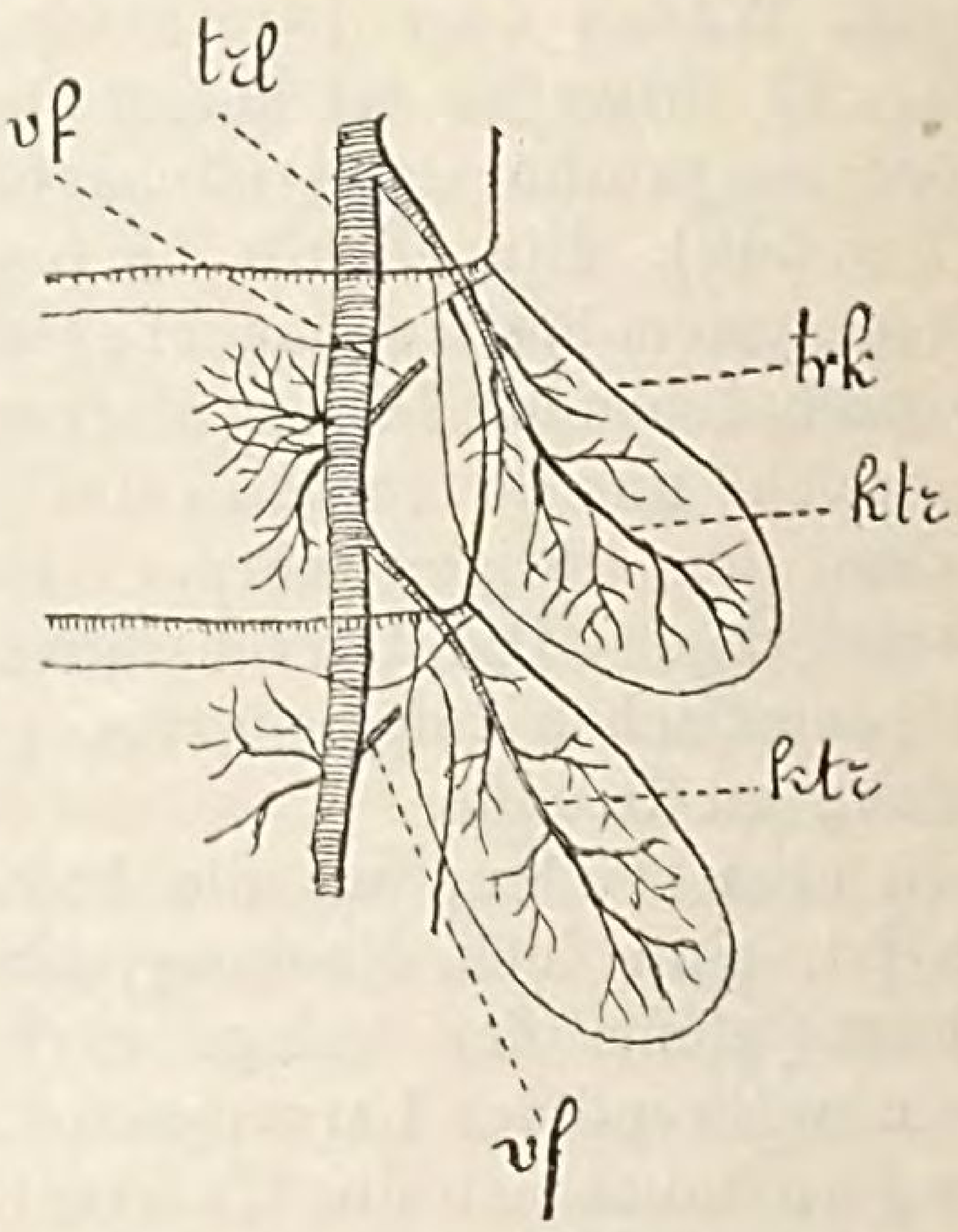


Fig. 343. **Ephemeridenlarve mit je zwei Tracheenkiemen jederseits an den Abdominalsegmenten und mit 3 Schwanzfäden (Cerci)** (nach R. Leuckart).

Fig. 344. **Rechte Hälfte der mittleren Abdominalsegmente von der Larve von Baetis (Cloë) binoculatus mit Tracheenkiemen** (nach Palmen). *trl* Tracheenlängsstamm, *vf* strangförmige Anheftungsfäden der Längsstämme an die Haut (Stigmenstränge), *ktr* Kiementracheen, *trk* Tracheenkiemen.

X. Tonerzeugende Apparate.

Bekanntlich können viele Insekten Töne hervorbringen. Diese Töne, welche im Leben der Insekten eine sehr verschiedene Bedeutung haben, werden vornehmlich erzeugt:

1) Durch rasche Schwingungen der Flügel (Hymenopteren, Dipteren).

2) Durch Schwingungen blattförmiger Anhänge in den Tracheen. Diese liegen oft in grosser Zahl in der Nähe der Stigmen und werden bei den Athembewegungen der Thiere durch das Ein- und Ausströmen der Luft in Schwingung gebracht (Hymenopteren, Dipteren).

3) Durch Gegeneinanderreiben von rauhen, unebenen Hautstellen. Die Acrididen (Feldheuschrecken) geigen, indem sie ihre Hinterschenkel als Fidelbogen über vorspringende Rippen der Oberflügel als Saiten hinwegstreichen. Bei den Locustiden (Laubheuschrecken) und Grylliden (Grabheuschrecken) musiciren nur die Männchen, indem sie die rauhen Basaltheile ihrer Oberflügel gegeneinander reiben. Bei andern Insekten werden Töne durch Reibungen anderer Körpertheile gegeneinander hervorgebracht.

4) Bei den Singcicaden bringen ebenfalls nur die Männchen die bekannten schrillen Laute hervor. Der Tonapparat ist hier ziemlich complicirt. Er besteht aus einem Paar Trommelhäuten (dünne, elastische Strecken des Hautskeletes) am ersten Abdominalsegment und kräftigen diese bewegenden Muskeln. Das mit Luft erfüllte Abdomen wirkt als Resonator. Zum Schutze der zarten Trommelhäute wölben sich über dieselben von vorn und von hinten her deckelartige Falten des thoracalen und abdominalen Hautskeletes.

Die Töne der singenden Insektenmännchen sind Lockrufe zum Heranlocken der Weibchen.

XI. Geschlechtsorgane.

Alle Antennaten sind getrennt geschlechtlich. — Nach den Resultaten der vergleichend-anatomischen Erforschung der Geschlechtsorgane dürfte man berechtigt sein, folgendes Schema der ursprünglichen Beschaffenheit des Geschlechtsapparates zu entwerfen. Er besteht aus einem Paar Keimdrüsen (Ovarien beim Weibchen, Hoden beim Männchen), die sich in paarige Ausführungsgänge (Samenleiter und Eileiter) fortsetzen, welche getrennt nach aussen münden. Geschlechtsdrüsen und Ausführungsgänge scheinen, soweit ihre Ontogonie bekannt ist, aus einer paarigen, mesodermalen Genitalanlage hervorzugehen. Mit dem Ende der Ausführungsgänge setzt sich häufig eine ectodermale Hauteinstülpung in Verbindung.

Da bei den Protracheaten die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane als umgewandelte Nephridien erkannt sind, so liegt dieselbe Deutung auch für die Geschlechtsgänge der Antennaten nahe. Immerhin zeigt sich eine beträchtliche Verschiedenheit darin, dass bei Peripatus die grösste Strecke der Leitungswege aus dem ectodermalen, bei den Antennen hingegen, wie es scheint, aus dem mesodermalen Theil der Anlage hervorgeht. Doch ist auch bei den Annulaten der grösste Theil des Nephridiums (der Nephridialgang) mesodermalen Ursprungs.

Durchweg paarige Geschlechtsorgane (unserem Schema entsprechend) finden sich nun in Wirklichkeit nur bei den Ephemeriden (Fig. 345 A). Bei allen übrigen Antennaten finden sich am Geschlechtsapparat unpaare Abschnitte, die in verschiedener Weise zu Stande kommen.

1) Es können die beiden Keimdrüsen zu einer unpaaren Keimdrüse verschmelzen, wobei die Leitungswege entweder in ihrer ganzen Länge oder doch in ihrem Endabschnitt getrennt bleiben und immer durch getrennte paarige Oeffnungen nach aussen münden. Solche Fälle finden sich bei Diplopoden unter den Myriapoden.

2) Es bleiben die Keimdrüsen paarig, während an dem in seinem grössten Theil ebenfalls paarigen ausleitenden Apparat unpaare Endabschnitte auftreten. Dies ist bei allen Antennaten mit Ausnahme der Ephemeriden und Diplopoden der Fall.

Selten (Scolopendra) findet sich eine unpaare Keimdrüse und ein unpaarer Ausführungsgang, in dessen Ende dann aber paarige accessorische Organe (Drüsen, Receptacula seminis, Vesiculae seminales) einmünden.

Der unpaare Abschnitt kann aber in sehr verschiedener Weise zu Stande kommen.

A) Bei den Männchen gewisser Forficulidae (Dermaptera) vereinigen sich die Samenleiter an einer Stelle ihres Verlaufes zu einer unpaaren Samenblase, über welche hinaus sich die beiden Samenleiter wieder getrennt bis zu den beiden männlichen Geschlechtsöffnungen erstrecken. Indem an diesem letzten Abschnitt des Leitungsweges das Vas deferens der einen Seite verkümmert (Fig. 345 B), erhält sich das der andern Seite als unpaarer Ductus ejaculatorius, der von der Samenblase zur äussern Mündung zieht.

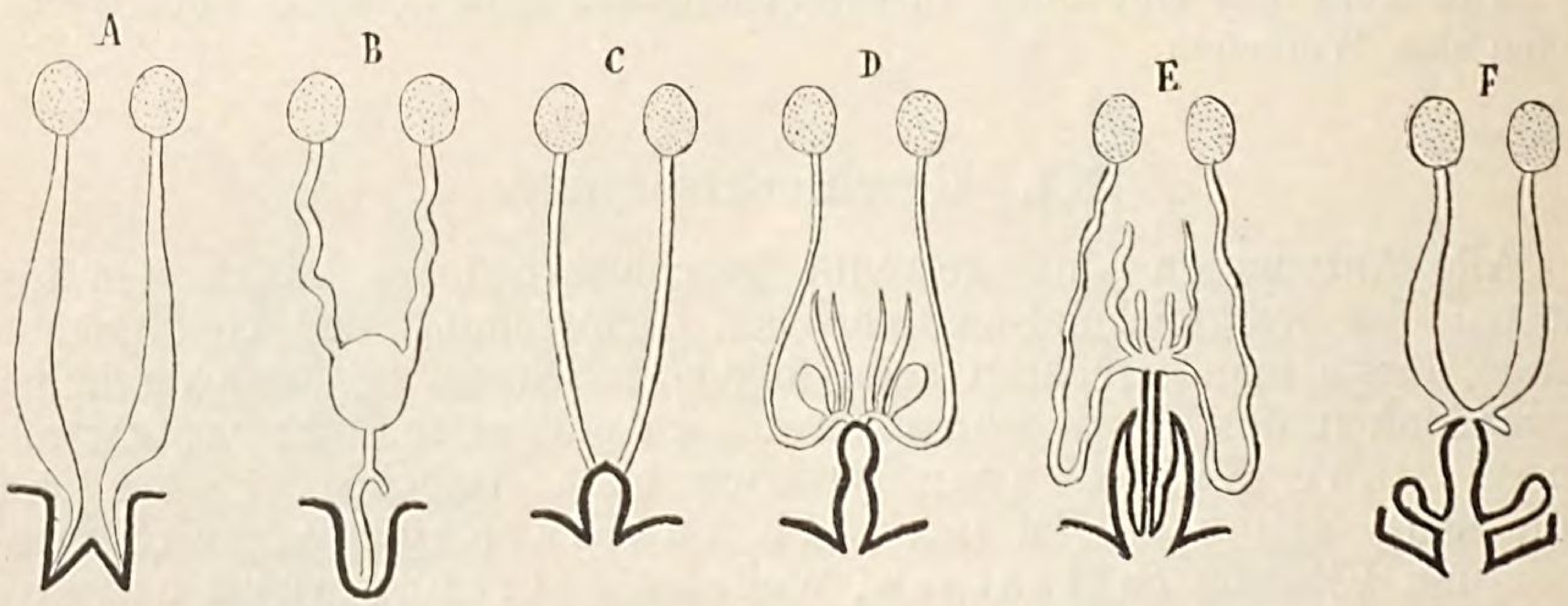


Fig. 345. *A—F* **Schematische Darstellung des Geschlechtsapparates verschiedener Insekten.** *A—E* Männliche Organe, *F* weiblicher Apparat. Die durch Einstülpung der äussern Haut entstandenen Theile sind durch dicke schwarze Conturen angedeutet. *A* **Ephemeride**. *B* **Forficula auricularia**. *C* **Orthopterenlarve.** *D* **Oedipoda** (zu den Acrididen gehörend). *E* **Cetonia aurata** (Coleoptere). *F* **Aeschna** (Libellulide). (Nach Palmén.)

B) Eine unpaare Hauteinstülpung wächst von aussen den beiden Leitungswegen entgegen, so dass diese anstatt direkt nach aussen in einen unpaaren Endabschnitt einmünden, der sich durch den Besitz einer chitinigen Cuticula als Einstülpung der äussern Haut erweist (Fig. 345 C—F). Die beiden Leitungswege können entweder durch zwei getrennte oder durch eine einfache Mündung sich in den unpaaren Endabschnitt öffnen. Ein solches Verhalten findet sich bei den Apterygoten, ferner bei Libelluliden, Plecopteren, Orthopteren, Rhynchoten und vielleicht noch anderwärts. An dem unpaaren Endstück können durch secundäre Ausstülpungen paarige oder unpaare Anhangsgebilde auftreten.

C) Zu dem sub B erwähnten unpaaren Endabschnitt gesellt sich noch ein weiterer unpaarer Abschnitt hinzu, der dadurch zu Stande kommt, dass die beiden Samenleiter oder Eileiter auf einer kürzeren oder längeren Strecke zu einem unpaaren Gange (Ductus ejaculatorius, Uterus, Scheide etc.) verschmelzen, der in den ectodermalen Endabschnitt einmündet. Dies ist wahrscheinlich bei allen sogenannten höhern Insekten (Insekten mit vollkommener Verwandlung) der Fall.

Was die Lage der äussern Geschlechtsöffnungen anbetrifft, so ist dieselbe wechselnd.

Bei den Chilopoden unter den Myriapoden liegt die unpaare Geschlechtsöffnung am vorletzten Körpersegment, dem Genitalsegment, dessen Gliedmaassen zu Genitalanhängen umgewandelt sein können.

Fig. 346.

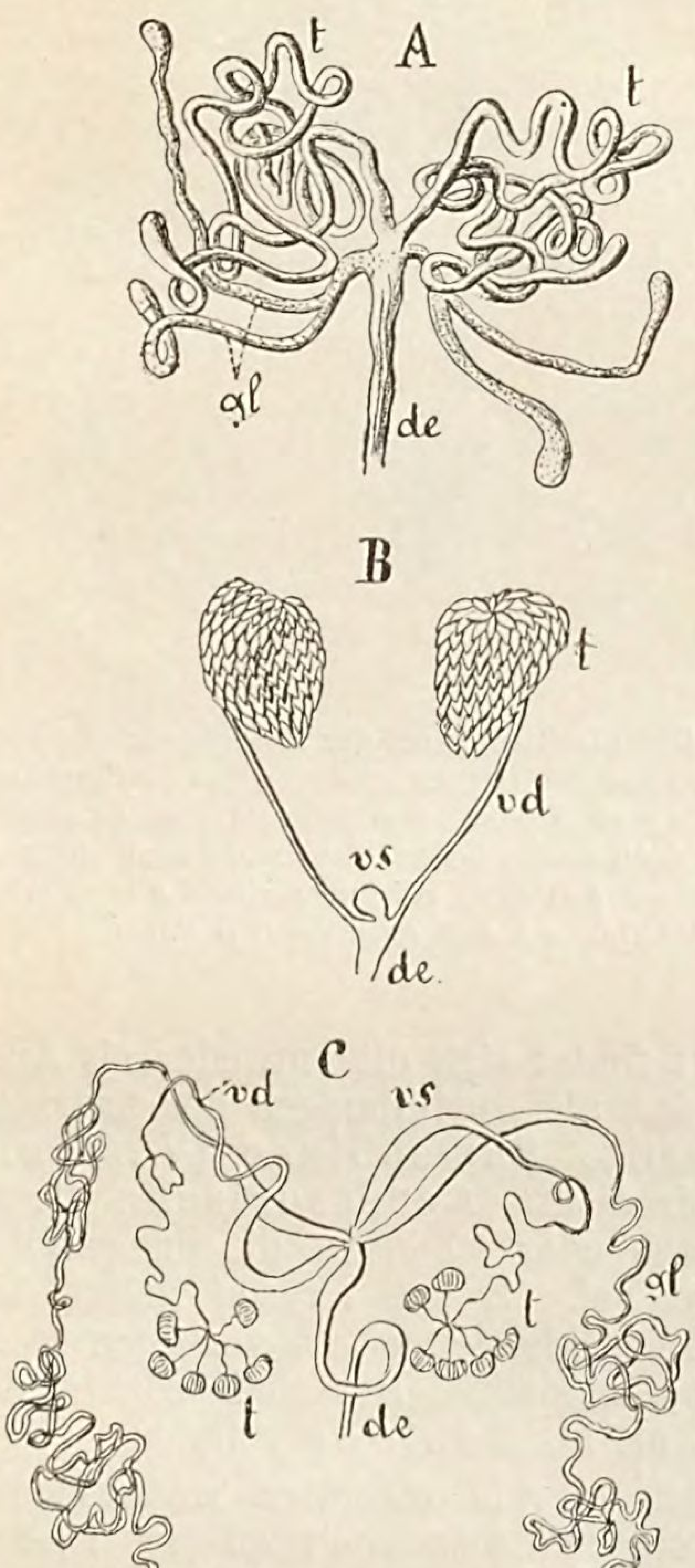


Fig. 347.

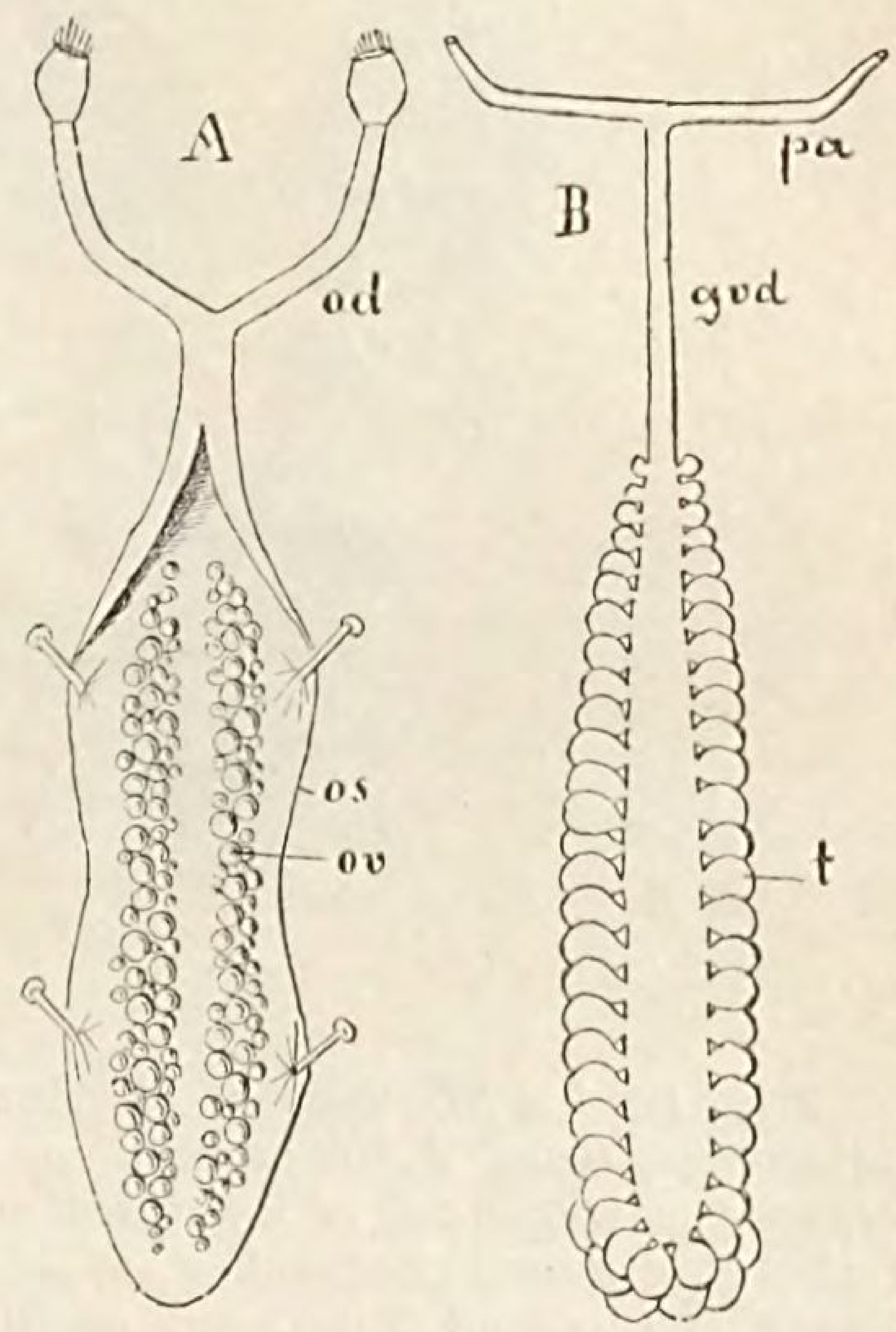


Fig. 346. **Innere männliche Geschlechtsorgane.** ***A*** Von **Melophagus ovinus**; ***B*** von **Acheta campestris**; ***C*** von **Melolontha vulgaris** (nach CARUS und GEGENBAUR). *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *vs* Samenblase, *de* Ductus ejaculatorius, *gl* accessorische Drüsen.

Fig. 347. ***A*** **Weibliche**, ***B*** **männliche Geschlechtsorgane von Glomeris marginata** (nach FABRE). *os* Geöffneter Ovarialsack, in welchem man die beiden Ovarien (*ov*) erblickt, *od* Ovidukt, *t* Hoden, *gvd* gemeinsames Vas deferens, *pa* paariger Ausführungsgang.

Bei den Diplopoden und Pauropoden liegen die beiden Geschlechtsöffnungen hinter dem 2. Beinpaar, meist an der Grenze zwischen dem 2. und 3. Rumpfsegment.

Bei den Symphylen (Scolopendrella) liegt die unpaare Geschlechtsöffnung am 4. Rumpfsegment zwischen den Beinen dieses Segmentes.

Bei allen Hexapoden liegen die Geschlechtsöffnungen am Ende des Abdomens, und zwar fast immer beim Männchen hinter dem 9., beim Weibchen hinter dem 8. (bei den Ephemeriden 7.) Abdominalsegment.

Mit dem ausleitenden Abschnitt des männlichen und weiblichen Geschlechtsapparates stehen bei fast allen Antennaten accessorische Organe in Verbindung, in deren speciellem Verhalten eine grosse Mannigfaltigkeit herrscht.

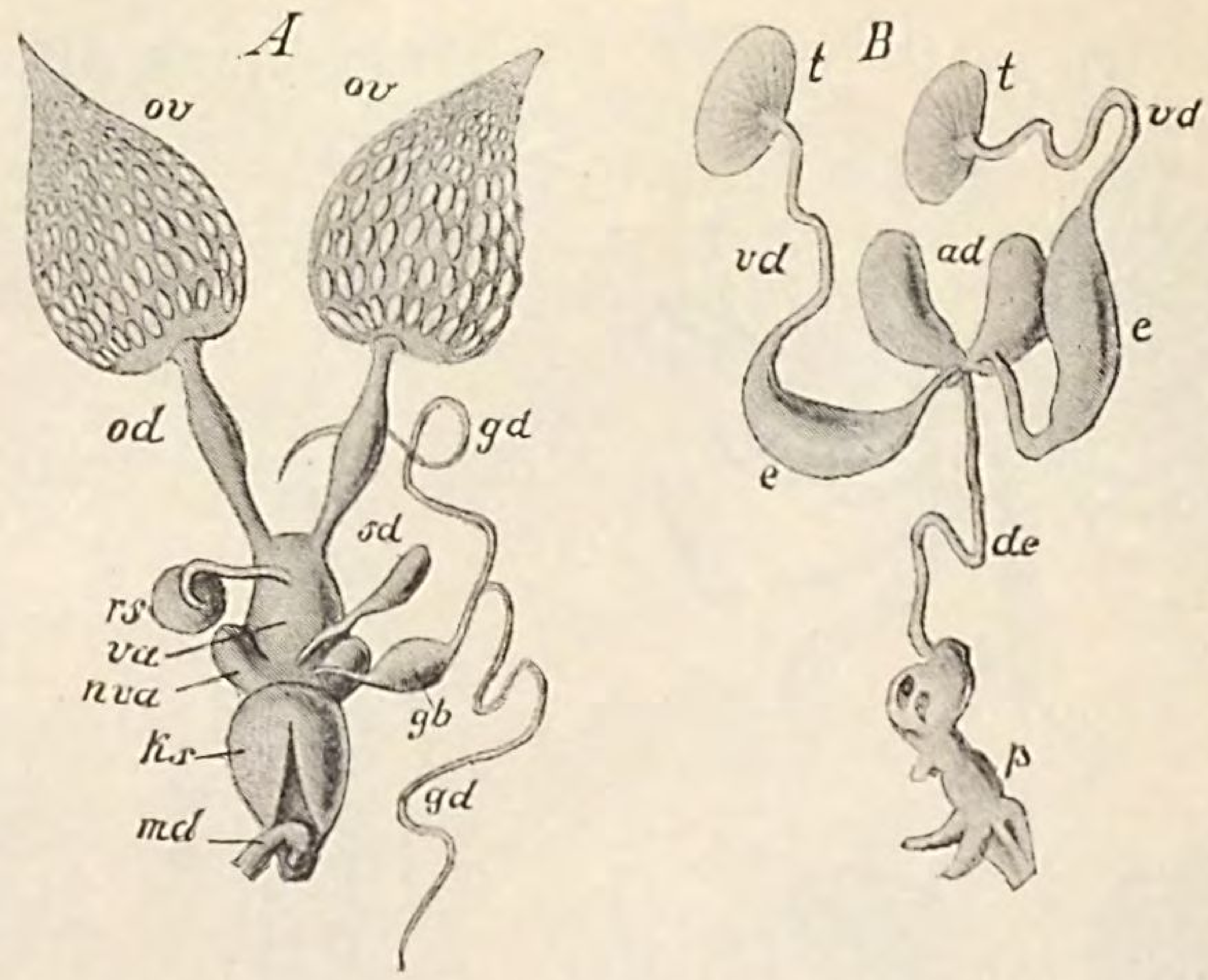


Fig. 348. *A* **Weiblicher,** *B* **männlicher Geschlechtsapparat der Honigbiene** (Königin und Drohne) (nach R. Leuckart). *ov* Ovarien, aus zahlreichen gekammerten Eiröhren bestehend, *od* Ovidukte, *rs* Receptaculum seminis, *va* Vagina, *nva* Nebentaschen derselben, *ks* Kolben des Stachelapparates, *md* Mastdarm, nach hinten umgeschlagen und abgeschnitten, *sd* Schmierdrüse, *gd* Giftdrüsen, *gb* Giftblase; — *t* Hoden, *vd* Samenleiter, *e* erweiterter Theil derselben, *de* gemeinsamer Ductus ejaculatorius, *ad* Anhangsdrüsen, *p* Penis.

Im männlichen Geschlecht findet sich oft entweder als Ausstülpung des Ductus ejaculatorius oder als Austülpungen der paarigen Samenleiter eine unpaare oder paarige Samenblase (Vesicula seminalis), die als Samenreservoir dient. Accessorische Drüsen münden entweder in den Ductus oder schon in die Samenleiter und mischen dem Sperma ein Sekret bei. Solche Drüsen liefern hie und da ein erstarrendes Sekret, welches kleine Mengen von Sperma in Form von Kapseln (Spermatophoren) umgiebt. Der Endabschnitt des männlichen Geschlechtsapparates ist oft als Penis vorstülpbar.

Im weiblichen Geschlecht münden in den unpaaren Endabschnitt (Scheide) Schleimdrüsen. Besondere Ausstülpungen der Scheide dienen als Bursa copulatrix zur Aufnahme des Penis bei der Begattung, als Receptaculum seminis zur Aufnahme und Aufbewahrung des Samens. Bei den Lepidopteren (Fig. 349) mündet die Bursa copulatrix getrennt von der Scheide nach aussen, steht aber durch einen Verbindungsgang mit dem Receptaculum seminis in Communication. Oft mündet der Geschlechtsapparat in unmittelbarer Nähe des Afters in den Grund einer gemeinsamen Vertiefung (Cloake). Wie beim Männchen, so treten auch beim Weibchen äussere Organe, Bildungen der Haut der letzten Hinterleibssegmente, als Legescheiden, Legebohrer u. s. w. in den Dienst des Geschlechtsapparates.

Bei den meisten Diplopoden unter den Myriapoden sind die Beine des 7. Rumpfringes zu Copulationsfüssen umgewandelt.

Die Keimdrüsen der Hexapoden müssen noch besonders berücksichtigt werden.

Die Hoden sind, wie schon erwähnt, fast immer paarig, nur bei Lepidopteren können sie zu einem äusserlich unpaaren Organ verschmelzen. Jeder Hode besteht aus einer bald geringen, bald grossen Anzahl von Blindschläuchen oder Hodenfollikeln, die bald kurz, bald lang und gewunden, meist in eine gemeinsame Hülle eingebettet liegen.

Im Allgemeinen kann als Regel gelten, dass die Hodenschläuche da, wo sie sehr lang sind, in geringer Zahl auftreten, und umgekehrt. Als Extreme mögen die Dipteren und Orthopteren gelten. Bei den ersteren (Fig. 346 A) findet sich jederseits nur ein sehr langer und gewundener Hodenschlauch, bei den letzteren oft viele hundert kurze Schläuche oder Follikel, die zu einer Masse vereinigt sind (B). Es kann der Hode jederseits auch in getrennte Schläuche oder in getrennte Gruppen von Schläuchen zerfallen (C). Immer aber findet sich jederseits nur ein Vas deferens, in welches die zu einem Hoden vereinigten Hodenschläuche oder die getrennten Hodenschläuche oder die Ausführungsgänge mehrerer Gruppen von Schläuchen einmünden.

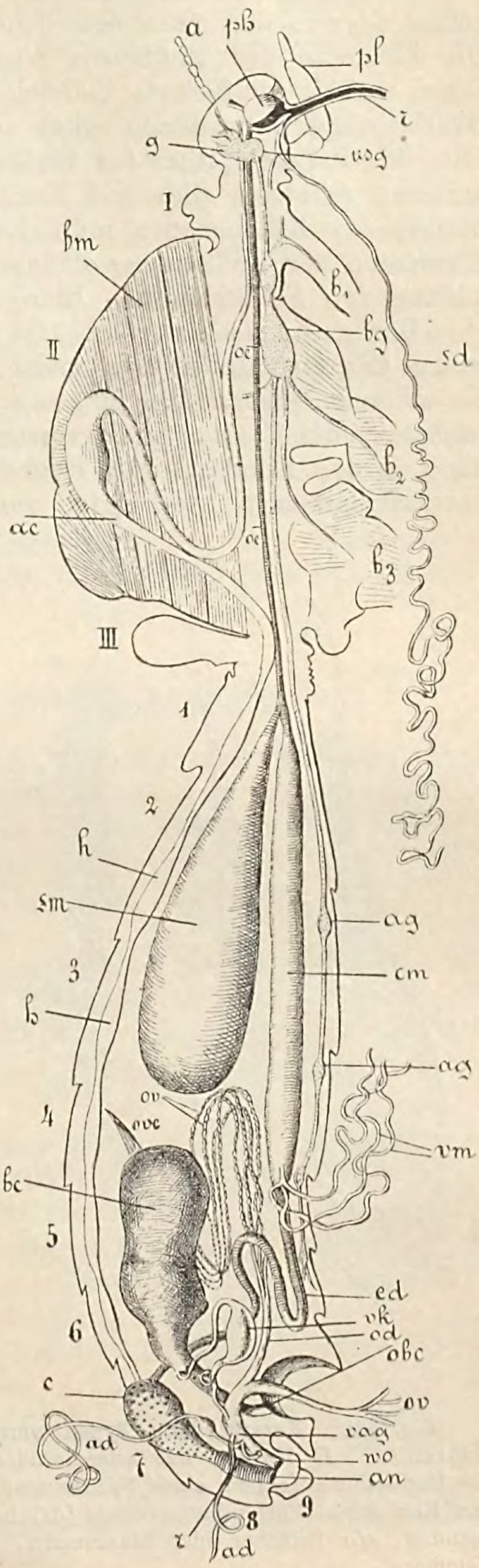


Fig. 349. **Danais archippus, Schmetterling. Weibchen. Anatomie,** dargestellt nach Entfernung der rechten Körperhälfte. Linke Körperhälfte von der Schnittfläche aus gesehen. Buchstabenbezeichnungen am Kopf: *a* Antenne, *ph* Pharynx, *pl* Lippentaster, *r* Rüssel, *g* Gehirn, *usg* unteres Schlundganglion. Bezeichnungen an der Brust: *I*, *II*, *III* Brustsegmente, b_1, b_2, b_3 die Coxalglieder der 3 Beinpaare, *bm* Musculatur, *ac* Aorta cephalica mit ihrer Anschwellung, *oe* Oesophagus, *bg* Brustknoten des Bauchmarks, *sd* Speicheldrüse der einen Seite, die der andern nahe der Einmündung in den gemeinsamen Speichelgang abgeschnitten. — Bezeichnungen am Abdomen: 1—9 Abdominalsegmente, *h* Herz, *sm* sogenannter Saugmagen (Speisebehälter), *cm* Chylusdarm (Mitteldarm), *ag* Abdominalganglien, *ed* Enddarm mit Colon (*c*) und Rectum (*r*), *vm* Malpighi'sche Gefässe, *ov* Ovarialschläuche, die der rechten Seite abgeschnitten, *ove* Endfäden des Ovariums, *bc* Bursa copulatrix, *obc* ihre Mündung nach aussen, *od* Ovidukt, *vag* Vagina, *wo* ihre Oeffnung nach aussen, *ad* Anhangsdrüsen der Vagina, zum Theil abgeschnitten, *vk* Verbindungskanal zwischen Vagina und Bursa copulatrix mit Anschwellung: Receptaculum seminis, *an* After. (Nach Burges).

Aehnlich wie die Hoden aus einer wechselnden Zahl von langen oder kurzen Hodenschläuchen, besteht jedes der beiden Ovarien aus einer verschiedenen Zahl von Eischläuchen oder Eiröhren, die zusammen in den Eileiter einmünden. An jeder Eiröhre (Fig. 350) selbst unterscheiden wir drei Theile: 1. den Endfaden, 2. die Endkammer und 3. den grössten gekammerten Abschnitt oder die eigentliche Eiröhre.

Die dünnen Endfäden der Eiröhren setzen sich meist an das Rückengefäss oder in der Nähe desselben an und bilden so eine Art Suspensorien. Die Elemente des Endfadens sind dieselben wie die der Endkammer. Diese enthält indifferente Zellelemente als Ueberbleibsel der Elemente der Ovarialanlagen, aus denen schon im Embryo oder doch bei der Larve einerseits das Follikelepithel der Eiröhren, anderseits die in der Eiröhre enthaltenen reifenden Eier und Nährzellen hervorgehen. In der Endkammer bleiben die Zellelemente indifferent. Aus diesen indifferent gebliebenen Elementen der Endkammer findet noch beim erwachsenen Insekt eine Neubildung von Follikelepithel, Eiern und Nährzellen statt.

Der gekammerte dritte Abschnitt einer jeden Eiröhre, welcher in den Eileiter mündet, zeigt meist eine perlschnurförmige Gestalt. Er enthält die reifenden Eier. Die jüngsten und kleinsten liegen der Endkammer am nächsten, die ältesten und grössten finden sich in der Nähe der Einmündung in den Eileiter. Mit Rücksicht auf gewisse interessante Verhältnisse unterscheidet man zwei Arten von Eiröhren: solche ohne Nährzellen und solche mit Nährzellen. Am einfachsten verhalten sich die Eiröhren ohne Nährzellen (Fig. 350 A), die wir z. B. bei den Orthopteren und Apterygoten (excl. Campodea) finden. Hier reiht sich in jeder Eiröhre einfach Ei an Ei von der Endkammer bis zum Ovidukte. Zwischen den aufeinanderfolgenden Eiern erscheint die Eiröhre eingeschnürt, was ihr perlschnurartiges Aussehen bedingt. Die zwischen zwei Einschnürungen liegenden Theile der Eiröhre, von denen jeder ein Ei enthält, werden als Eikammern bezeichnet. Bei den Eiröhren mit Nährzellen müssen wieder zwei verschiedene Typen auseinandergehalten werden. Bei dem einen Typus (Fig. 350 B) wechseln an der Eiröhre regelmässig Eikammern mit Nährkammern ab, welche letztere je eine oder mehrere Nährzellen enthalten, die zur Ernährung des in der benachbarten Eikammer

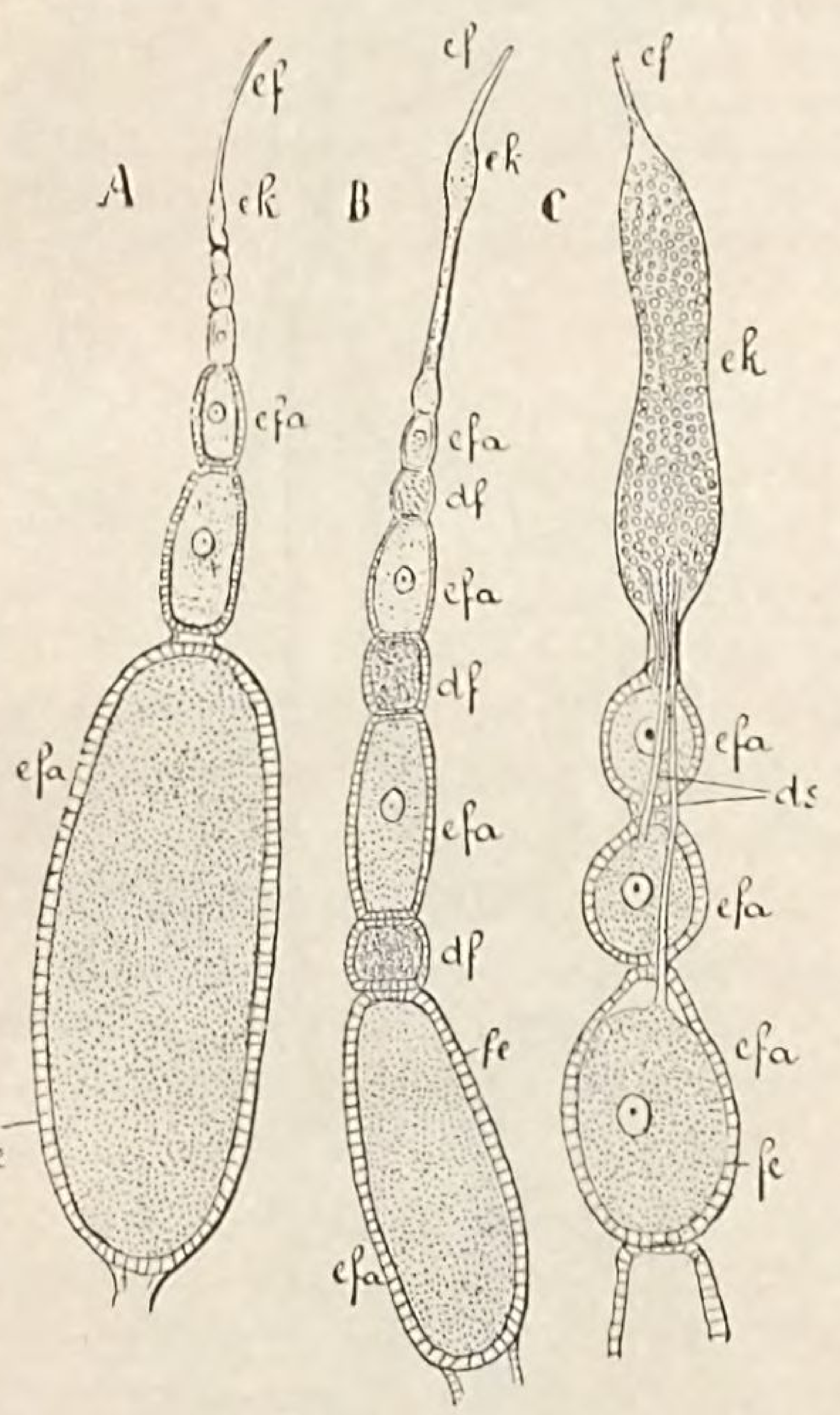


Fig. 350. **Verschiedene Typen von Ovarialröhren**, schematisch. ***A*** Eiröhre ohne Nährzellen. ***B*** Eiröhre mit alternirenden Nähr- und Eifächern. ***C*** Eiröhre, an welcher die Endkammer (*ek*) zu einer Nährkammer entwickelt ist, mit welcher die sich entwickelnden Eier durch Verbindungsstränge (*ds*) in Zusammenhang bleiben. *ef* Endfaden, *ek* Endkammer, *efa* Eifächer oder Eikammern, *fe* Follikelepithel, *df* Dotterfächer oder Dotterkammern.

enthaltenen, reifenden Eies dienen. Ei- und Nährkammern können auch äusserlich an der Eiröhre durch Einschnürungen getrennt sein (Hymenopteren, manche Käfer), oder es liegen je eine Nähr- und eine Eikammer in einem äusserlich als Anschwellung zu unterscheidenden Abschnitt der Eiröhre (Lepidopteren, Dipteren). Bei dem zweiten Typus von Eiröhren mit Nährzellen besteht (Fig. 350 C) die eigentliche Eiröhre nur aus Eikammern, die Nährzellen bleiben hier in grosser Masse in der umfangreichen Endkammer angehäuft. Die einzelnen Eier der Eiröhre stehen durch Verbindungsstränge, welche den Eiern das Nahrungsmaterial zuleiten, mit der Endkammer in Verbindung.

Eizellen, Nährzellen und die Zellen des Follikelepithels (Epithel der Kammern der Eiröhre) sind ihrer Entstehung nach, wie die Eizellen und Dotterzellen der Plathelminthen, gleichartige Elemente, zwischen welchen Arbeitstheilung eingetreten ist. Von zahlreichen Eikeimen entwickeln sich nur wenige zu Eiern, während die übrigen diesen zur Umhüllung und zur Ernährung dienen.

Bei einigen Thysanuren (Machilis, Lepisma und vornehmlich Iapyx) sind die Ovarialröhren, 5—7 jederseits, in mehr oder weniger streng segmentaler Anordnung im Abdomen gelegen. Sie münden jede für sich in die beiden Eileiter, welche als gestreckte Kanäle das Abdomen durchziehen. Die beiden Ovidukte münden mit einem kurzen, unpaaren Endstück nach aussen, das bei Machilis fehlen soll, indem hier gewissermaassen nur die äussere Oeffnung den beiden Ovidukten gemeinsam ist. Bei Campodea und den Collembola sind die Ovarien und Hoden jederseits einfache Schläuche.

XII. Dimorphismus, Polymorphismus.

Bei allen Insekten unterscheiden sich Männchen und Weibchen, abgesehen von den Geschlechtsorganen, auch sonst noch in verschiedenen Einzelheiten der äussern Organisation. Der sexuelle Dimorphismus wird aber bei vereinzelten Gruppen auffallend gross und beruht dann hauptsächlich darauf, dass (z. B. bei den Schildläusen, bei Leuchtkäfern, [Lampyriden] und bei einzelnen Spinnern [Psyche, Orgyia]) den Weibchen die Flügel fehlen. Bei den parasitischen Strepsipteren sind die Weibchen bein-, flügel-, augen- und fühlerlos, also madenförmig. Sie sind lebendig gebährend und bleiben, solange sie leben, eingehüllt von ihrer Puppenhülle, im Innern ihrer Wirthe (im Abdomen verschiedener Hymenopteren).

Bei in Staaten zusammenlebenden Insekten kommt es zu einem Polymorphismus in Folge der eingetretenen Arbeitstheilung zwischen den einzelnen Mitgliedern der Staaten. Bei vielen in Staaten lebenden Hymenopteren (Bienen und Ameisen) werden nur wenige Weibchen (Königinnen) geschlechtsreif und fortpflanzungsfähig. Die grosse Mehrzahl der übrigen Weibchen (Arbeiter) haben verkümmerte Geschlechtsorgaue und sind bei den Ameisen flügellos. Bei den Ameisen können selbst wieder verschiedene Formen von Arbeitern (Soldaten und eigentliche Arbeiter) auftreten. Auch bei den in Staaten lebenden Termiten unter den Corrodentia finden sich ausser den geflügelten fortpflanzungsfähigen Männchen und Weibchen ungeflügelte Männchen und Weibchen mit rudimentären Geschlechtsorganen, die sich wieder in Kasten (Arbeiter, Krieger) theilen und dem entsprechend in verschiedenen Formen auftreten können.

XIII. Entwickelungs- und Lebensgeschichte.

A) Die Metamorphose der Insekten.

Der grösste Theil der Entwickelungsvorgänge, durch welche aus dem befruchteten Ei das erwachsene Insekt hervorgeht, spielt sich innerhalb der Eihülle ab. Diese Entwickelungsperiode wird als Periode der Embryonalentwickelung bezeichnet. Aus den Eihüllen oder, wie man sich kurz ausdrückt, aus dem Ei schlüpft bei allen Insekten ein Organismus, welcher schon sehr hoch entwickelt ist und, abgesehen davon, dass er noch keine Flügel, keine reifen Geschlechtsorgane und keine zusammengesetzten Augen besitzt, schon mit allen typischen Organen eines Insektes in funktionsfähigem Zustande ausgestattet ist. Er besitzt einen vollständig gegliederten Körper, Antennen, Mundwerkzeuge, Brustgliedmaassen, ein entwickeltes Nerven-, Verdauungs- und Tracheensystem, das Rückengefäss, die Körpermusculatur u. s. w. Er bewegt und ernährt sich selbständig. Man bezeichnet ihn als Larve. Die Larven der Insekten sind somit beim Ausschlüpfen aus dem Ei ungleich viel höher entwickelt als die Larven der meisten andern wirbellosen Thiere.

Die Veränderungen nun, welche eine Insektenlarve erleidet, bis sie zu dem erwachsenen, geschlechtsreifen Insekt (Imago) wird, sind ausserordentlich verschiedenartig und werden durch eine ganze Reihe zusammenwirkender Faktoren bedingt, unter welchen folgende die wichtigsten sind: 1) der Grad der Abweichung der Imaginalform von der ursprünglichen Insektenorganisation; 2) die Lebensweise und der Aufenthaltsort der Larven und Imagines.

I. Die Apterygota (Thysanuren und Collembola) gelten als ursprünglich ungeflügelte Insekten und erweisen sich auch sonst als der gemeinsamen Stammform der Insekten nahestehende Thiere. Der Unterschied zwischen Larve und Imago fällt hier dahin. Das aus dem Ei schlüpfende junge Thier gleicht in allen Stücken der geschlechtsreifen Form, zu der es durch einfaches, von Häutungen begleitetes Wachsthum und vollständige Entwickelung der Geschlechtsorgane wird. Junge und Alte leben auf dem Lande und führen dieselbe Lebensweise. Entwickelung ohne Metamorphose (Ametabolie).

II. Das erwachsene Insekt ist, abgesehen von der vollständigen Entwickelung der Geschlechtsorgane, vornehmlich durch den Besitz von Flügeln ausgezeichnet. Im einfachsten Falle, bei den Orthoptera, Corrodentia, Thysanoptera und den meisten Rhynchota, führen die Larven dieselbe Lebensweise wie die Imagines. Sie verwandeln sich ganz allmählich in die Imaginalform, indem sie unter zahlreichen Häutungen langsam wachsen, und indem die Flügel hervorsprossen und nach jeder Häutung stärker entwickelt sind. Allmähliche Metamorphose.

III. Bei den Cicaden tritt schon eine Verschiedenheit in der Lebensweise der Imagines und der Larven auf. Erstere leben auf Bäumen und Sträuchern, letztere unter der Erde an Wurzeln und besitzen zu diesem Zwecke starke, zum Graben eingerichtete Vorderfüsse. Der Uebergang vom letzten Larvenstadium zu der Imago muss hier auch von einer Umgestaltung der Vorderbeine begleitet werden. Da ein Leben zwischen Baum und Erde nicht gut denkbar und in Folge dessen eine Zwischenform zwischen gewöhnlichen Füssen und Grabfüssen weder für die eine noch die andere Lebensweise zweckmässig wäre, so ist der Uebergang von der Larve zur

Imago ein unvermittelter geworden. Das letzte Larvenstadium ist ruhend geworden, auf Kosten des angesammelten Reservemateriales bereitet es als Puppe die Organisation der Imago vor. Allmähliche Metamorphose mit Puppenstadium.

IV. Sehr verschieden wird die Lebensweise zwischen den Larven und Imagines bei den Ephemeriden, Odonaten und Plecopteren. Die Imagines leben auf dem Lande, die Larven haben sich an das Leben im Wasser angepasst. Beim Uebergang in die Imaginalform werden die Tracheenkiemen meist (Ephemeriden und viele Libelluliden) abgeworfen, die Stigmen brechen durch und das Tracheensystem wird holopneustisch. Im Uebrigen geschieht die Metamorphose und das Wachsthum der Larven ganz allmählich (bei Chloëon unter mehr als zwanzig Häutungen). Unvollkommene Metamorphose, Hemimetabolie.

In den Fällen II, III und IV vollzieht sich die Umwandlung der Larve in die Imago im ganzen sehr allmählich. Die aus dem Ei schlüpfende, noch flügellose Larve zeigt äusserlich eine Organisation, welche die Apterygoten zeitlebens, d. h. auch im geschlechtsreifen Zustande besitzen.

V. Es giebt flügellose Rhynchoten (die Pediculiden, manche Wanzen und die Weibchen der Pflanzenläuse), Corrodentia (die Mallophogen), Orthopteren (verschiedene Gattungen und Arten von Blattiden und Phasmiden) und Dermaptera. Bei diesen ist der flügellose Zustand im Gegensatz zu den Apterygoten ein abgeleiteter; sie stammen von flügeltragenden Rhynchoten, Corrodentien, Orthopteren und Dermapteren ab. Die Flügel sind aber entweder in Folge parasitischer Lebensweise oder anderer Existenzbedingungen verkümmert. Der aus dem Ei schlüpfenden Larve fällt also nicht mehr die Aufgabe zu, Flügel zu entwickeln. Die Flügelbildung unterbleibt und mit ihr die Metamorphose. Durch einfaches Wachsthum wird die Jugendform zur geschlechtsreifen Imago. Wir haben es hier im Gegensatz zu der ursprünglichen Ametabolie der Apterygoten mit einer erworbenen Ametabolie zu thun.

VI. Im Gegensatz zu den bis jetzt besprochenen Insekten zeichnen sich alle übrigen, also die Neuroptera, Panorpatae, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, Siphonaptera, Coleoptera und Hymenoptera durch eine sogenannte vollkommene Verwandlung (Holometabolie) aus. Aus dem Ei schlüpft eine flügellose Larve, die zwar wachsen und sich häuten kann, die aber dabei immer die gleiche Organisation beibehält und sich zunächst nicht verwandelt. Am Ende des Larvenlebens, nachdem durch reichliche Ernährung der Fettkörper sich stark entwickelt hat, häutet sich die Larve und geht in das different gestaltete sogenannte Puppenstadium über. Die Puppen sind sehr verschieden gestaltet, oft deutlich gegliedert mit anliegenden Extremitäten und Flügelanlagen, oft mit verborgenen Extremitäten. Meist sind die Puppen ruhend, unbeweglich, nicht im Stande, Nahrung zu sich zu nehmen, und sind dann häufig von besonderen Schutzhüllen umgeben. Am bekanntesten sind die Cocons der Schmetterlingspuppen, welche die Raupen aus dem Sekrete ihrer Spinndrüsen spinnen. Am Ende des Puppenlebens wird die Puppenhülle geöffnet und es schlüpft das imaginale Insekt (Käfer, Schmetterling, Fliege u. s. w.) aus.

Diese vollkommene Verwandlung muss offenbar aus einer unvollkommenen oder allmählichen Verwandlung hervorgegangen sein. Die flügellose Larve hat sich verschiedenartigen Existenzbedingungen sehr gut angepasst oder es wird schon von ihren Eltern dafür gesorgt, dass sie im Ueberfluss schwimmt. Sie sammelt so viele Reservenahrung in ihrem Fettkörper an, dass die weitern Larvenstadien sich nicht selbständig zu ernähren brauchen. Es sind diese

successiven Larvenstadien unter Unterdrückung der zahlreichen Häutungen in ein Stadium zusammengezogen, das Stadium der äusserlich ruhenden Puppe, innerhalb welcher auf Kosten der Reservenahrung die Imago zur Entwickelung gelangt.

Die Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung zeigen eine sehr verschiedene Organisation, welche sehr verschiedenen Existenzbedingungen angepasst ist. Doch lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden, nämlich die mit Füssen versehenen (z. B. die Larven der Neuropteren, die „Raupen" der Lepidopteren, die Larven der Coleopteren, Trichopteren) und die fusslosen (madenförmige Larven der Dipteren, Larven der meisten Hymenopteren und Siphonapteren). Erstere entfernen sich durch den Besitz von Beinen am wenigsten weit von der thysanurenähnlichen Larvenform der übrigen geflügelten Insekten, sie sind frei beweglich und ernähren sich (mit wenigen Ausnahmen) auf eigene Faust. Viele von ihnen leben räuberisch in oder auf der Erde oder im Wasser, viele ernähren sich von pflanzlicher Kost, indem sie (Raupen) Blätter oder (Engerlinge) Wurzeln benagen. Unter den Hymenopteren sind bei den Blattwespen die Larven raupenähnlich und besitzen ähnlich den Schmetterlingsraupen ausser den Thoracalfüssen noch stummelförmige Füsse an mehreren Abdominalsegmenten.

Sehr verschiedenartig ist die Lebensweise der fusslosen Larven der Dipteren und meisten Hymenopteren. Sie leben bald frei und räuberisch, dann meist im Wasser, bald parasitisch im Körper anderer Thiere oder in pflanzlichen Geweben, bald in faulenden Substanzen, Koth u. s. w., bald im Innern von Zellen, die mit Nahrungsmaterial erfüllt werden, bald werden sie von den Erwachsenen gefüttert u. s. w. u. s. w. Man unterscheidet kopflose Maden ohne Fühler, ohne Ocellen und mit verkümmerten Mundwerkzeugen von den mit Kopf versehenen Larven, welche solche Organe besitzen.

Die Larven der Insekten mit vollkommener Verwandlung sind ursprünglich alle peripneustisch. Durch Anpassung an das Leben im Wasser (oder an das parasitische Leben) können sie amphipneustisch, metapneustisch und sogar apneustisch werden und im letzteren Falle Tracheenkiemen zur Entwickelung bringen. Die Mundwerkzeuge der Larven können von den imaginalen Mundwerkzeugen sehr verschieden sein. Am auffälligsten und bekanntesten ist dieser Unterschied bei den Lepidopteren, deren Larven kauende, deren Imagines saugende Mundwerkzeuge besitzen.

Je specialisirter die Larve einerseits, die Imago anderseits ist, je grösser der Unterschied in der Organisation zwischen beiden geworden ist, um so durchgreifender sind natürlich die Veränderungen, durch welche während der Puppenperiode der larvale Organismus zum imaginalen wird.

Die obige Darstellung giebt nur ein sehr unvollständiges Bild von der Metamorphose der Insekten. Bisweilen, z. B. bei der Biene, geht die Larve nicht direkt in das Puppenstadium über, sondern zunächst in das Stadium der sogenannten Vorpuppe.

Bei gewissen Käfern begegnen wir mehreren von einander sehr abweichenden Larvenstadien. Die Käfergattung Sitaris (Familie Meloidae) lebt parasitisch auf einer Biene (Anthophora). Die aus dem Ei schlüpfenden Larven dieses Käfers sind lebhafte Thierchen mit Brustbeinen. Sie springen auf die Eier der Biene, sobald diese in den Honig der Zellen abgelegt werden, und verzehren diese Eier als Nahrung. Nachher häuten sie sich und treten nach der Häutung als metapneustische madenähnliche Larven mit verkümmerten Füssen auf, die an der Oberfläche des Honigs schwimmen, den Mund nach unten, das Hinterende an der Oberfläche des

Honigs. Sie ernähren sich vom Honig und gehen, wenn dieser erschöpft ist, in ein puppenähnliches Stadium über, aus dem aber nicht die Imago, sondern eine neue Larve ausschlüpft. Es folgen dann noch weitere puppenähnliche Entwickelungsstadien, bis schliesslich das letzte echte Puppenstadium auftritt. — Hier lässt sich, wenigstens was die beiden ersten Larvenstadien anbetrifft, der Einfluss der verschiedenen Lebensweise bei der Larve eines und desselben Thieres sehr deutlich erkennen.

Viele Pteromaliden (Hymenopteren) durchlaufen eine Reihe ganz absonderlich gestalteter Larvenstadien, deren specielle Gestalt noch durchaus nicht erklärt ist. Die Larven leben parasitisch in den Eiern, Larven und Puppen anderer Insekten, in welche die Pteromaliden ihre Eier vermittelst des Legestachels ablegen. Auffallend ist, dass die jüngsten Larven viel weniger weit entwickelte innere Organe besitzen, als dies sonst bei den ausschlüpfenden Larven der übrigen Insekten der Fall ist.

B) Die Embryonalentwickelung der Insekten

wollen wir am Beispiel derjenigen des Wasserkäfers (Hydrophilus) skizziren.

Das Ei ist gestreckt eiförmig, mit spitzem vorderen und stumpfem hinteren Pole. Die Furchung verläuft nach dem Typus derjenigen der centrolecithalen Eier und führt zur Bildung einer Blastosphaera. An dieser unterscheiden wir eine einschichtige, oberflächliche Lage kleiner Zellen, das Blastoderm, und den von diesen umhüllten Nahrungsdotter mit eingestreuten Kernen.

Die Bildung des Embryos geht nur von einer Seite, der zukünftigen Bauchseite der eiförmigen Blastosphaera aus, an welcher die Blastodermzellen höher sind als an der übrigen Oberfläche. Wir können diesen Theil des Blastoderms als Embryonalanlage bezeichnen. Frühzeitig lassen sich an ihr Segmentgrenzen als quere Streifen oder Linien bei äusserlicher Betrachtung unterscheiden. Vorn und hinten treten zwei seitliche Längsfurchen auf, die einander von vorn und hinten entgegenwachsend sich mit einander vereinigen und so an der Embryonalanlage einen peripheren Theil, die Seitenplatten, von einem centralen Theil, der Mittelplatte, abgrenzen. Die Mittelplatte sinkt in die Tiefe und bildet so den Boden einer rinnenförmigen, medio-ventralen Einstülpung, deren Ränder einander von beiden Seiten her entgegenwachsen. Die Einstülpung ist auf Fig. 351 A im Querschnitt dargestellt. Ihr Rand wird als Rand des Blastoporus aufgefasst. Wie sich die seitlichen Ränder dieses Blastoporus in der Mittellinie nähern und schliesslich mit einander verschmelzen, erläutert die Fig. 353 A, B, C. Nach Schluss des Blastoporus ist die Einstülpung zu einem medio-ventralen Längsrohre geworden, über welches das Blastoderm der früheren Seitenplatten continuirlich hinwegzieht. Aus dem eingestülpten Rohre geht das Mesoderm und vielleicht auch das Entoderm (Epithel des Mitteldarmes) hervor.

Noch vor dem Verschluss des Blastoporus tritt die Anlage des Amnions und der serösen Hülle, jener bei den Insekten so allgemein verbreiteten Embryonalhüllen auf.

Am Rande der Embryonalanlage erhebt sich nämlich eine Blastodermfalte, welche von allen Seiten immer weiter über die Embryonalanlage vorwächst und diese bedeckt. So kommt letztere in den Grund einer Höhlung zu liegen, deren anfangs weit offene Mündung durch Verwachsen der Amnionfalten immer kleiner wird und schliesslich — über dem Vordertheil der Embryonalanlage — gänzlich geschlossen wird. Querschnitt B

Fig. 351 zeigt die sich erhebenden Amnionfalten, Querschnitt C zeigt sie schon über der Embryonalanlage zu einer continuirlichen Decke verwachsen. Auf den Oberflächenbildern Fig. 353 sind die Falten mit *af'* und *af''* bezeichnet.

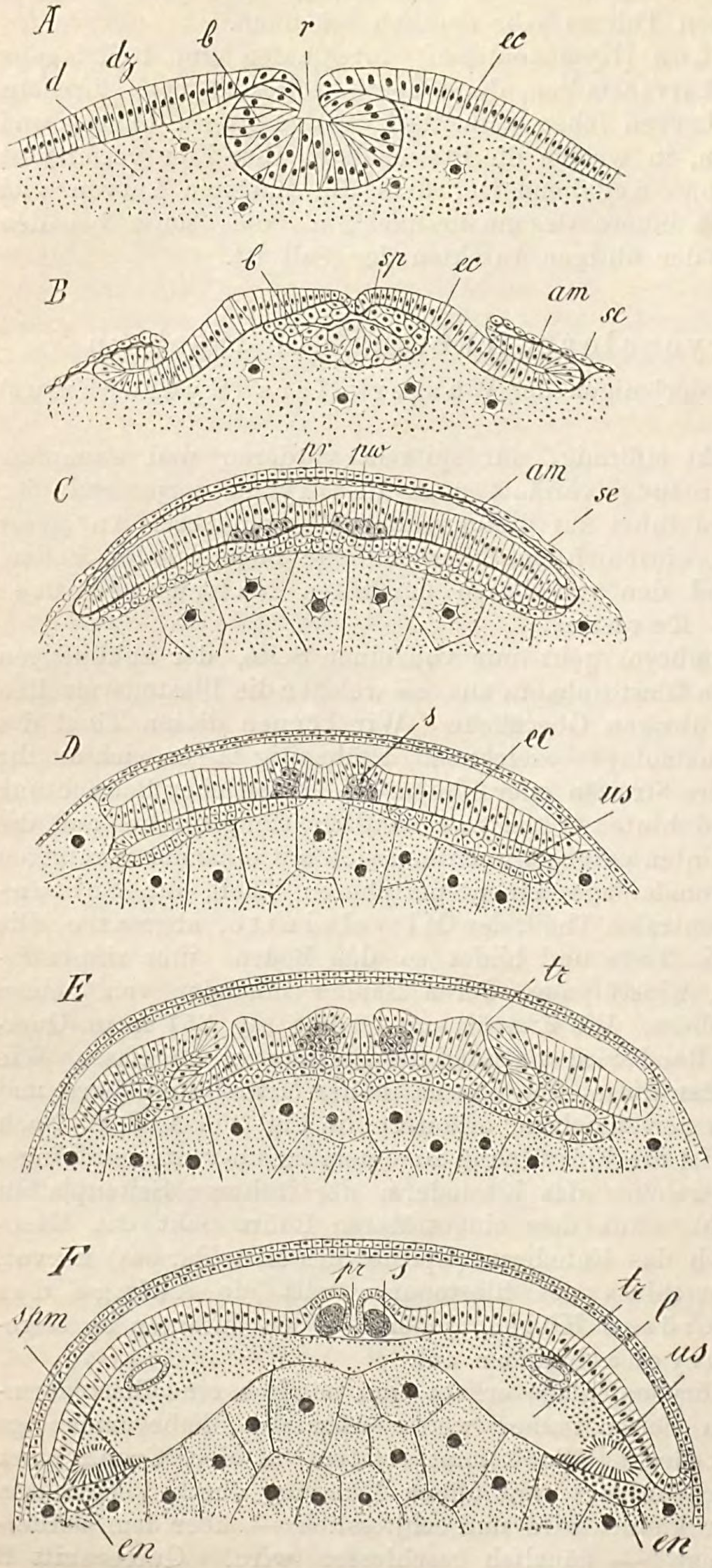


Fig. 351. Querschnitte durch die Embryonalanlagen von 6 aufeinanderfolgenden Stadien der Hydrophilus - Entwickelung (nach HEIDER). *A* entspricht dem in Fig. 353 *A* abgebildeten Stadium an dem Punkte *a*, wo die Ränder der Einstülpung sich einander am meisten genähert haben. *B* ist ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 353 *D*, an der Stelle, wo die Amnionfalten den Keimstreif noch nicht vollständig überwachsen haben (vorderste Segmente). *C* ist ein Querschnitt durch ein Rumpfsegment des in Fig. 353 *E* abgebildeten Stadiums. *D*, *E*, *F* sind Querschnitte älterer Stadien. *am* Amnion, *b* mediane Einstülpung des Blastoderms, die grösstentheils zum Mesoderm wird, *d* Nahrungsdotter, *dz* Dotterzellen, *ec* Ectoderm, *pr* Primitivrinne, *pw* Primitivwülste des Centralnervensystems, *r* Blastoporus, *sp* Spalte im Mesoderm (Rest des Einstülpungslumens), *se* seröse Hülle, *l* definitive Leibeshöhle, *en* Entoderm, *s* Seitenstränge der Anlage der Bauchganglienkette, *spm* viscerales Blatt des Mesoderms, *tr* Tracheenanlage (in *E* als Einstülpung des Ectoderms, in *C* im Querschnitt), *us* Ursegment (Mesodermbläschen).

Die Höhle, welche durch das Amnion gebildet wird, bezeichnet man als Amnionhöhle. Ihre Decke besteht ihrer Entstehung zu Folge aus 2 Epithellamellen, einer innern, welche am Rande der Embryonalanlage in deren Blastoderm sich fortsetzt und das eigentliche Amnion darstellt, und einer äussern, welche sich am Rande der Embryonalanlage in das Blastoderm der ganzen übrigen dorsalen Oberfläche des Eies fortsetzt und mit diesem zusammen eine ununterbrochene Epithelmembran darstellt, die seröse Hülle, welche das ganze Ei mit seiner Embryonalanlage und dem Amnion allseitig umgiebt.

Das Amnion und die seröse Hülle haben keinen Antheil am Aufbau des Embryos. Letzterer legt sich ausschliesslich aus dem Blastoderm der Embryonalanlage und aus dem eingestülpten Rohre an, welches wir als Keimstreifen bezeichnen wollen. Das Blastoderm der Embryonalanlage wächst nämlich an seinem peripheren Rande immer weiter gegen die Rückenseite vor, so dass es schliesslich als Ectoderm den Embryo allseitig umhüllt.

Diesen Vorgang, sowie das Schicksal des Amnions und der Serosa will ich, der Darstellung der übrigen Entwickelungsvorgänge vorgreifend, an der Hand folgender schematischer Abbildungen von Querschnitten

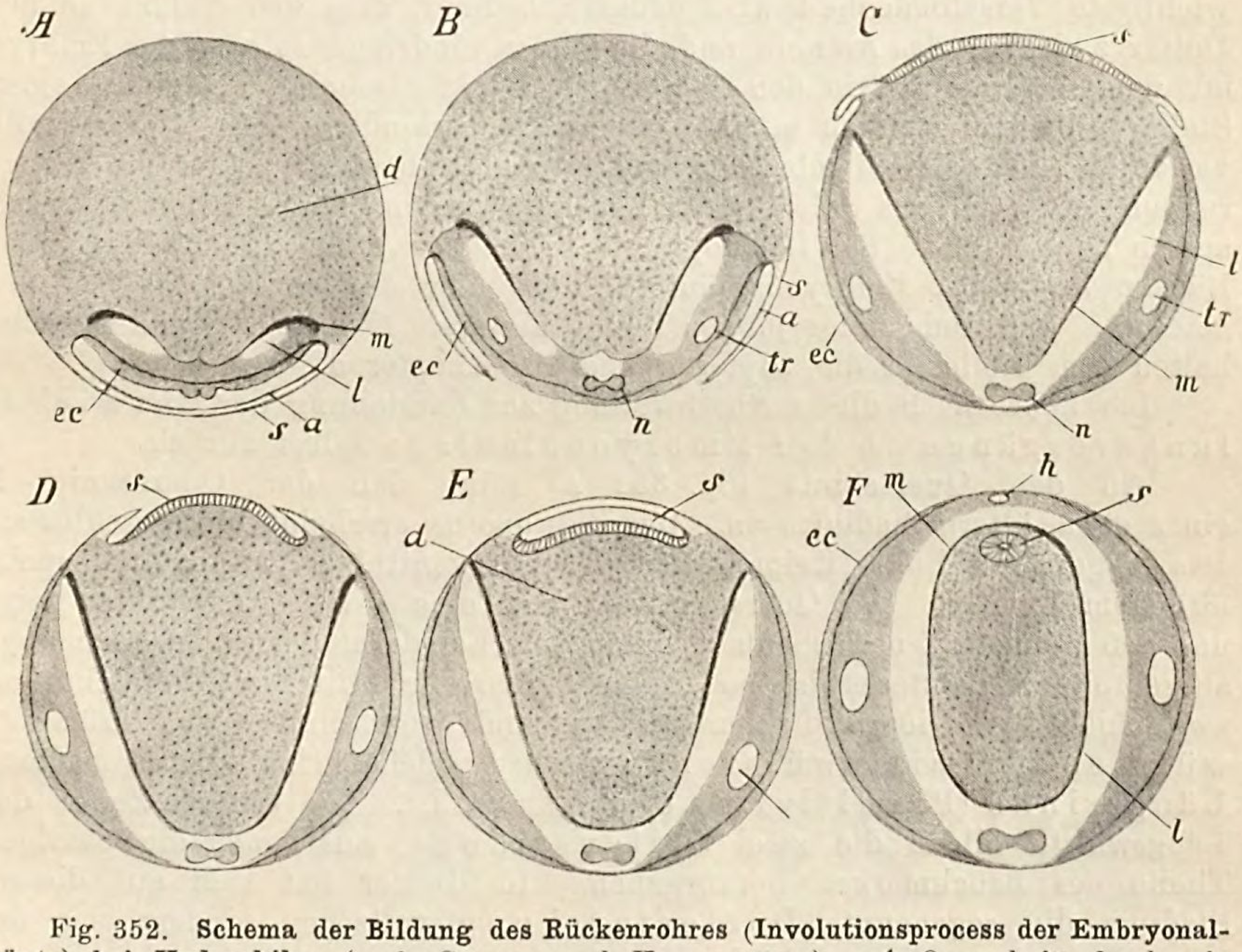


Fig. 352. **Schema der Bildung des Rückenrohres (Involutionsprocess der Embryonalhäute) bei Hydrophilus** (nach Graber und Kowalevsky). ***A*** Querschnitt durch ein Ei, dessen Embryonalanlage noch von Amnion (*a*) und Serosa (*s*) überdeckt ist. ***B*** Amnion und Serosa sind in der Mittellinie verwachsen und zerrissen, haben sich daher nach Art einer Falte seitlich zurückgezogen. ***C*** Durch Contraction der Serosa rückt die Falte mehr dorsalwärts. ***D*** Die contrahirte Serosa (Rückenplatte) wird von der Falte überwachsen. ***E*** Durch Verwachsen der Falte ist das Rückenrohr zum Abschluss gekommen. ***F*** Der Mitteldarm ist dorsalwärts geschlossen und hat das Rückenrohr (*s*) in sich aufgenommen. *a* Amnion, *d* Nahrungsdotter, *h* Herz, *l* Leibeshöhle, *m* Mitteldarmanlage, *n* Nervensystem, *s* Serosa und deren Umwandlungsproducte: Rückenplatte und Rückenrohr, *tr* Tracheenhauptstamm, *ec* Ectoderm.

beschreiben. Fig. 352 A schliesst sich an Fig. 351 F an, nur ist dei Bauchseite des Embryos nach unten gekehrt. Auf Fig. 352 B sehen wir das Amnion und die seröse Hülle in der ventralen Mittellinie zerrissen, nachdem vorher eine Verwachsung derselben ebenfalls in der ventralen Mittellinie stattgefunden hatte. Amnion und seröse Hülle bilden deshalb jederseits eine ventralwärts vorragende Falte. Bei C hat sich die Serosa contrahirt und ist zu der sogenannten Rückenplatte geworden, die nunmehr aus hohem Cylinderepithel besteht. Gleichzeitig hat sich das Ectoderm der Embryonalanlage zu beiden Seiten weiter nach der Rückseite zu ausgebreitet. Bei D hat sich die Falte (welche aus dem Amnion und einem Theil der Serosa hervorging) nach oben umgeschlagen und die Rückenplatte hat sich noch stärker contrahirt. Bei E haben die Falten die Rückenplatte überwachsen, und ihre Ränder sind in der dorsalen Mittellinie verwachsen. Durch diesen Vorgang kommt das sogenannte Rückenrohr zu Stande, welches in den Dotter einsinkt. Das Ectoderm bedeckt jetzt den Embryo auch auf der Rückseite. Indem das Entoderm den Dotter ganz umwächst und in der dorsalen Mittellinie zum Verschluss gelangt, wird das den Dotter mitsammt dem Rückenrohr einschliessende Mitteldarmrohr gebildet. Mit dem Dotter wird dann auch im Innern des Mitteldarmes das Rückenrohr aufgelöst und resorbirt.

Bei andern Insekten verlaufen die Vorgänge in ähnlicher Weise. Die wichtigste Verschiedenheit wird dadurch bedingt, dass von Anfang an der Dotter zwischen das Amnion und die Serosa eindringt, so dass der Embryo mit dem Amnion tief in den Dotter eingesenkt erscheint. Nur an einer Stelle bleibt das Amnion mit der Serosa in Verbindung. An dieser Stelle verlöthen sich beide Membranen, und hier entsteht dann später durch Zerreissung ein Loch, aus welchem der Embryo mitsammt dem Amnion sich nach aussen ausstülpt. — Bei Lepidopteren kommt es nicht zur Bildung eines Rückenrohrs. Die Embryonalhäute werden hier einfach vom Embryo abgeschnürt und dienen der jungen Raupe als erste Nahrung. Aehnlich verhalten sich vielleicht die Dipteren und Hymenopteren.

Ich kehre nach dieser Abschweifung zur Darstellung der Entwickelungsvorgänge an der Embryonalanlage selbst zurück.

An den Querschnitt Fig. 351 A reiht sich der Querschnitt B eines etwas ältern Stadiums an. Der Blastoporus erscheint hier geschlossen. Das eingestülpte Rohr (Keimstreifen) ist dorsoventral comprimirt mit spaltförmigem Lumen. Der Querschnitt C von einem weitern Stadium zeigt uns den Keimstreifen flächenhaft unter dem Ectoderm der Embryonalanlage ausgebreitet. Letzteres ist zu beiden Seiten der Mittellinie verdickt und zweischichtig. Die verdickten Stellen sind Querschnitte von Längswülsten (Primitivwülsten), zwischen welchen eine seichte mediane Längsrinne (Primitivrinne) vorhanden ist. Die tieferen Zellen der Längswülste bilden die zwei Seitenstränge, aus denen die paarigen Theile des Bauchmarkes hervorgehen. Im Dotter hat sich auf diesem Stadium die sogenannte Dotterfurchung vollzogen, indem sich um jeden Dotterkern die zugehörige Dottermasse abgegrenzt hat und in dieser Weise grosse Dotterschollen entstanden sind.

Auf dem Querschnitt D sehen wir den Keimstreifen in zwei seitliche Hälften getheilt und in jeder Hälfte einen Spaltraum auftreten, der zur Höhlung der Ursegmente wird. Diese erscheinen auf dem Querschnitte E eines ältern Stadiums deutlicher abgegrenzt. Sie stellen Mesodermbläschen (Urwirbel) dar, welche sich jederseits segmental wiederholen. Das übrige Mesoderm des Keimstreifens hat sich in der Mittel-

linie wieder vereinigt. Jederseits neben den Primitivwülsten stülpt sich das Ectoderm ein zur Anlage einer Trachee. Diese Tracheenanlagen treten paarig und segmentweise auf, wie die ventrale Oberflächenansicht Fig. 354 zeigt, wo man die äussern Mündungen (Stigmen) sieht.

Auf dem einem weitern Stadium entnommenen Querschnitt F hat sich der Keimstreif von der Oberfläche des Dotters etwas zurückgezogen und lässt so einen Raum entstehen, der zur definitiven Leibeshöhle wird und später mit den Höhlen der Segmentbläschen verschmilzt.

Die Längsstämme der Tracheen sind schon gebildet. Man sieht ihren Querschnitt. Die Seitenstränge des Nervensystems haben sich vom Ectoderm (Hypodermis) gesondert, zwischen ihnen ist die Primitivrinne tiefer geworden. Die Verschmelzung ihres Bodens mit den Seitensträngen liefert die Quercommissuren des Bauchmarks. Jederseits finden wir zwischen dem Dotter und den Segmentbläschen eine neu aufgetretene Zellschicht. Diese Zellschicht stellt das Entoderm dar. Indem sie sich mit der Zeit überall auf der Oberfläche des Dotters ausbreitet, wird sie zum Epithel des den Dotter einschliessenden Mitteldarmes. Der Dotter wird später allmählich resorbirt. Die dem Entoderm anliegende Wand der Mesodermbläschen (die auch als Urwirbel bezeichnet werden) folgt dem Entoderm bei seiner Umwachsung des Dotters und liefert als visceraIes Blatt des Mesoderms die Muskelwand des Mitteldarmes.

Lange bevor alle diese Vorgänge sich abgespielt haben, haben sich in der Kopfregion der Embryonalanlage das Stomodaeum, am Hinterende (am Endsegment) derselben das Proctodaeum als Ectodermeinstülpungen gebildet, welche später mit dem Mitteldarm in offene Verbindung treten. Die MALPIGHI'schen Gefässe entstehen als Ausstülpungen des ectodermalen Proctodaeums.

Die Gliedmaassen (Fig. 354) treten als paarige knospenförmige Ausstülpungen des Ectoderms und des darunter liegenden Mesoderms zu Seiten der Primitivwülste auf der Innenseite der Stigmen auf. Wichtig ist die Thatsache, dass ausser den Anlagen der bei dem erwachsenen Thier ausschliess-

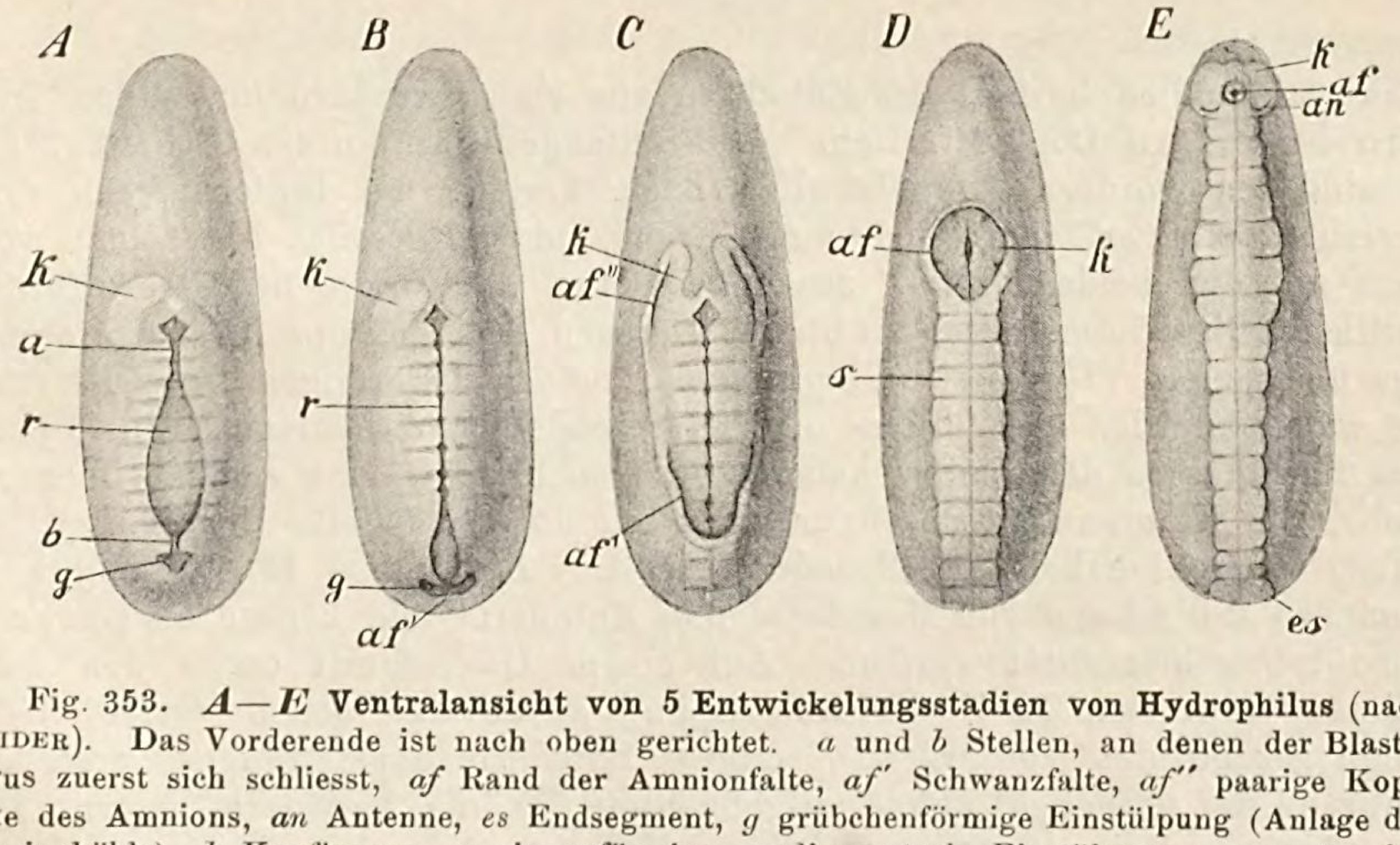


Fig. 353. *A—E* **Ventralansicht von 5 Entwickelungsstadien von Hydrophilus** (nach HEIDER). Das Vorderende ist nach oben gerichtet. *a* und *b* Stellen, an denen der Blastoporus zuerst sich schliesst, *af* Rand der Amnionfalte, *af'* Schwanzfalte, *af''* paarige Kopffalte des Amnions, *an* Antenne, *es* Endsegment, *g* grübchenförmige Einstülpung (Anlage der Amnionhöhle), *k* Kopflappen, *r* rinnenförmige, medio-ventrale Einstülpung *s* vom Amnion überdeckter Theil des Keimstreifs.

lich vorhandenen Kopf- und Brustgliedmaassen auf einem gewissen Stadium noch ganz *deutliche Anlagen von Abdominalgliedmaassen* (vergleiche besonders Fig. 354 B) vorkommen, von denen ganz besonders diejenigen des ersten Abdominalsegmentes sehr kenntlich sind. Diese Anlagen werden später rückgebildet.

Der Ursprung der beiden entodermalen Zellschichten, welche wir auf dem in Fig. 351 F abgebildeten Querschnitt auftreten sahen, ist schwer zu ermitteln. Auf dem Stadium, dem dieser Querschnitt entnommen ist, bildet die ganze Entodermanlage zwei seitliche Zellstreifen zwischen Dotter und den beiden Reihen der Mesodermbläschen. Vorn am Stomodaeum und hinten am Proctodaeum gehen die beiden Streifen in einander über. Auf

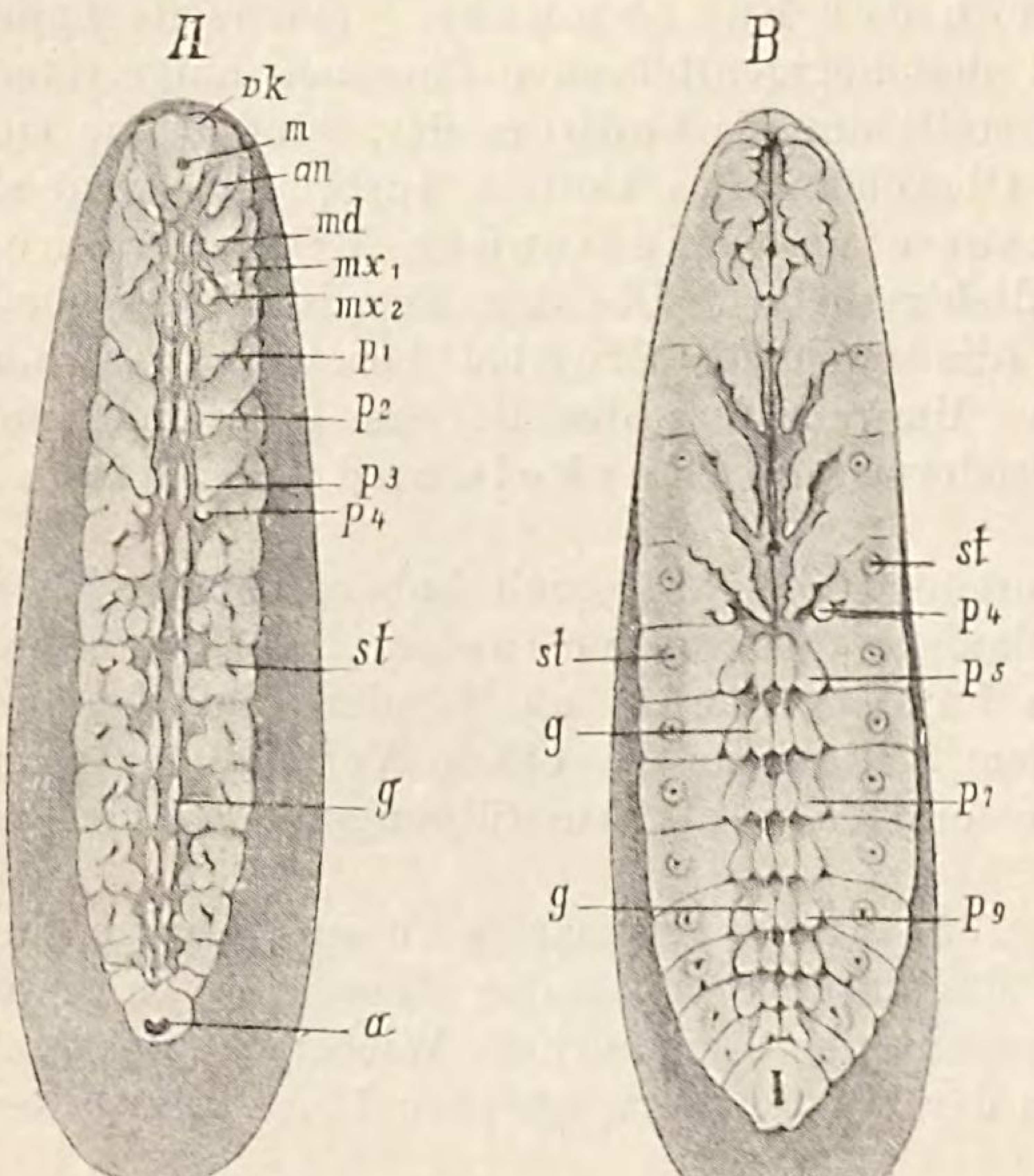


Fig. 354. *A* und *B* **Hydrophilus-Embryonen mit den Extremitätenanlagen** (nach Heider). Bei dem etwas älteren Embryo *B* sind die später verschwindenden Rudimente von Abdominalfüssen besonders deutlich zu sehen. *a* Afteröffnung, *an* Antenne, *g* Anlage der Bauchganglienkette, *m* Mundöffnung, *md* Mandibel, mx_1 1. Maxille, mx_2 2. Maxille (Anlage der Unterlippe), p_1, p_2, p_3 Thoraxbeinpaare, p_4, p_5, p_7, p_9 Extremitätenrudiment des 1., 2., 4. und 6. Abdominalsegmentes, *st* Stigmen, *vk* Vorderkopf.

früheren Stadien besteht das Entoderm aus einem vordern und einem hintern U-förmigen Doppelstreifen. Die anfangs sehr kurzen Schenkel des U sind am vordern Doppelstreifen nach hinten, am hintern nach vorn gerichtet, sie verlängern sich fortwährend, bis schliesslich die beiden vordern mit den beiden hintern zusammentreffen und so die beiden erwähnten seitlichen Entodermstreifen zu Stande kommen, die vorn und hinten in einander übergehen. Der erste Ursprung der beiden U-förmigen Doppelstreifen ist wahrscheinlich am Vorder- und Hinterende jener medianen Einstülpung des Blastoderms der Embryonalanlage zu suchen, welche sich nachher als Rohr, als Keimstreifen abschnürt und im übrigen Theile der Embryonalanlage ausschliesslich zu Mesoderm wird. Die ganze Einstülpung wäre demnach die Anlage von Mesoderm plus Entoderm und könnte als Gastrulaeinstülpung betrachtet werden. Auf einem Querschnitt durch den noch offenen vordersten Theil der Einstülpung würde der Boden derselben die Bildungszone des vordern U-förmigen Entodermdoppelstreifens darstellen, während die seitlichen, etwas ausgebuchteten Wände Mesoderm liefern. Der mesodermale Keimstreifen würde sich also vorn in zwei seitliche Ausbuchtungen einer Gastrulaeinstülpung fortsetzen, und man ist deshalb geneigt, die

Mesodermbildung der Insekten als eine Modifikation derjenigen Bildungsweise des Mesoderms zu betrachten, bei welcher dasselbe aus paarigen Ausstülpungen des Urdarms hervorgeht.

Nach einer andern Ansicht würde der Dotter mit seinen Dotterkernen das Entoderm darstellen und in nicht näher beobachteter Weise das Mitteldarmepithel liefern. Wieder andere Forscher behaupten, dass das gesammte Darmepithel vom Procto- und Stomodaeum aus gebildet wird.

Es würde sich möglicherweise lohnen, zu untersuchen, ob nicht das Entoderm von den Dotterzellen aus in ähnlicher Weise durch eine Art Mikromerenbildung zu Stande kommt, wie das Ectoderm so vieler Thiere, deren Eier viel Nahrungsdotter enthalten (vergl. p. 122 u. ff.).

Das Herz entsteht aus zwei seitlichen, anfänglich weit von einander getrennten Reihen von Mesodermzellen. Jede Reihe wird, indem ihre Zellen musculöse Ausläufe entsenden, zu einer Halbrinne. Beide Halbrinnen rücken einander entgegen, um sich später in der dorsalen Mittellinie zu dem Herzrohre zu vereinigen.

Das Gehirn entsteht in ähnlicher Weise wie das Bauchmark als zwei seitliche Ectodermverdickungen (Scheitelplatten), die ziemlich lange von einander getrennt bleiben, aber gleich bei ihrem ersten Auftreten mit den Seitensträngen des Bauchmarks in Continuität stehen. Ausserdem betheiligt sich jederseits noch eine Ectodermeinstülpung an der Bildung des Gehirns.

Ueber die Entwickelung der Augen der Insekten sind die Ansichten noch sehr getheilt. Nach neueren Untersuchungen erscheint es wahrscheinlich, dass sowohl die zusammengesetzten als die einfachen Augen aus Einstülpungen des Ectoderms hervorgehen, die sich als Augenblasen abschnüren und erst secundär mit dem Augentheil des Gehirns (Ganglion opticum) in Verbindung treten.

Das erste Auftreten der Geschlechtsorgane ist noch nicht genügend erforscht.

C) Die innern Vorgänge bei der Verwandlung der Insekten.

Bei den Insekten ohne oder mit allmählicher oder unvollkommener Verwandlung gehen die Organe der Larve continuirlich in diejenigen der Imago über. Es findet keine Auflösung und Zerstörung von larvalen Organen und kein neuer Aufbau der imaginalen Organe statt, wenn wir von dem Abwerfen von Tracheenkiemen und von der Neubildung der Flügel, der zusammengesetzten Augen u. s. w. absehen. Bei den Insekten mit vollkommener Verwandlung verhält sich die Sache anders. Die Organisation der Larven hat sich hier — ganz unabhängig von der Imago — an ganz specielle Existenzbedingungen angepasst.

Eine allmähliche continuirliche Umwandlung der Larvenorgane in die z. Th. ganz anders gestalteten und gebauten Organe der Imago, wobei die einzelnen Stadien sich selbständig ernähren würden, ist nicht denkbar, da die Organe auf den successiven Zwischenstufen zwischen der larvalen und der imaginalen Form kaum funktionsfähig sein könnten. Ausserdem beweisen zahlreiche Erscheinungen in den verschiedensten Abtheilungen des Thierreiches, dass Organe, welche während des Larvenlebens intensiv funktioniren, wenig entwickelungs- und umbildungsfähig sind. Sie werden häufig im weiteren Verlauf der Entwickelung resorbirt oder abgeworfen. So sehen wir denn bei den Insekten mit vollkommener Verwandlung den

Uebergang von der Larve zur Imago durch die Puppe vermittelt, welche sich, z. Th. auf Kosten der von der Larve angesammelten Reservenahrung, in die Imago umwandelt, ohne selbst auf Nahrungserwerb ausgehen zu können.

Um zu einem Verständniss der inneren Vorgänge bei der Verwandlung der holometabolischen Insekten zu gelangen, geht man am besten von den Larven von Corethra plumicornis (einem Zweiflügler aus der Abtheilung der Tipularien) aus. Im Allgemeinen gehen hier die Organe der Larve während der Verwandlung continuirlich in die der Puppe und der Imago über. Die Larve ist aber fuss- und flügellos. Die Anlagen dieser Organe bilden sich kurz vor der Verpuppung. Es treten dann nämlich am Thorax 3 Paar ventrale und 3 Paar dorsale Einstülpungen der Hypodermis auf, welche als Imaginalscheiben bezeichnet werden. Im Grunde dieser Einstülpungen erheben sich Auswüchse, die immer länger werden, während die Einstülpungen, in denen sie liegen, sich vertiefen (Fig. 355). Die Auswüchse in den sechs ventralen Einstülpungen sind die Anlagen der Thoracalgliedmassen, die Auswüchse der 2 hinteren dorsalen Paare von Imaginalscheiben sind die Anlagen der Flügel und Schwingkölbchen, welche also im Innern des Körpers geborgen liegen, bis sie zur Ausstülpung und Entfaltung gelangen. Die Muskeln der Flügel sind der Anlage nach, als Zellstränge, schon im Embryo vorhanden, sie beginnen sich aber erst zu Ende des Larvenlebens zu differenziren.

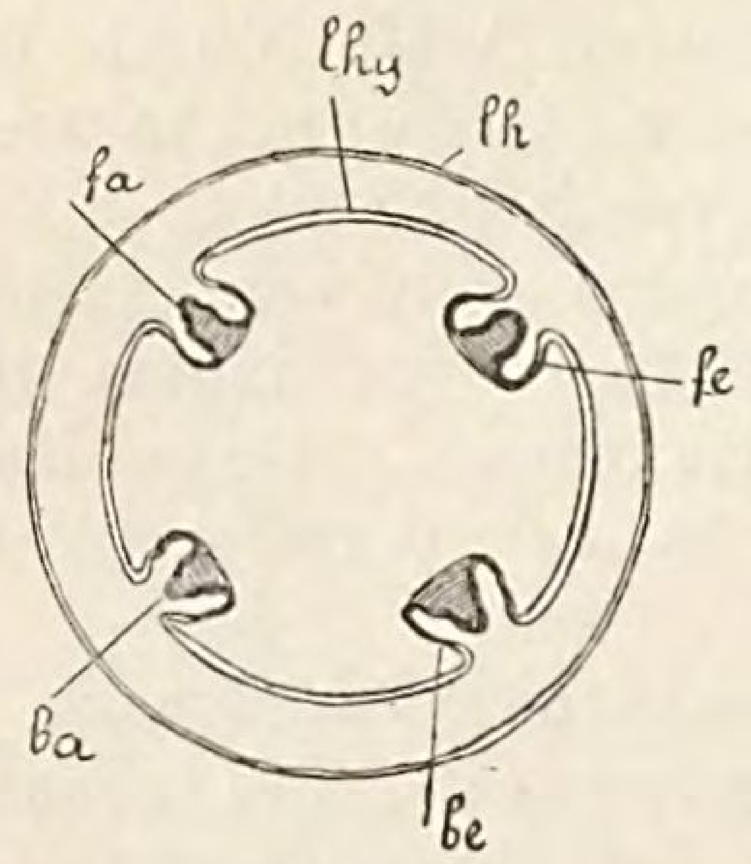


Fig. 355. **Anlage der Imaginalscheiben bei der Larve von Corethra**, schematisch. Einstülpungen (*fe* und *be*) der Larvenhypodermis (*lhy*), in deren Grunde die Anlagen der Flügel (*fa*) und Beine (*ba*) als Ausstülpungen sich erheben. *lh* Chitinhaut der Larve.

Die vollkommene Verwandlung ist bei manchen Insekten, vornehmlich den Musciden (Musca vomitoria) von viel tiefer eingreifenden Veränderungen begleitet.

Es muss zunächst hervorgehoben werden, dass die Unterscheidung von Larven-, Puppen- und Imaginalstadien sich auf äusserliche Erscheinungen stützt. In der innern Organisation ist die Reihe der Veränderungen eine continuirliche, es sind einerseits in der Larve schon die Anlagen imaginaler Organe vorhanden, während anderseits während der Puppenperiode die Larvenorgane nur allmählich verschwinden. Im ganzen und grossen stellt sich die innere Metamorphose so dar, dass die imaginalen Organe aus Theilen entsprechender Larvenorgane hervorgehen, welche als Bildungsherde während des Larvenlebens in einem indifferenten, embryonalen Zustande verharren, während die larvalen Organe in ihrem grössten, während des Larvenlebens funktionirenden Theile während der Verwandlung ganz allmählich zerfallen, verschwinden, und zwar in dem Maasse, als die imaginalen Theile zur Entwickelung gelangen. Bei der Auflösung und dem Zerfall der larvalen Organe spielen die amöboiden Blutkörperchen eine wichtige Rolle, indem sie als Phagocyten (Leukocyten) die Elemente der Larvenorgane angreifen und nach Art von Amöben in ihren Plasmaleib aufnehmen. Die so mit den Trümmern der larvalen Organe beladenen, in der Leibeshöhle wandernden Phagocyten werden dann später selbst wieder zur Ernährung der sich entwickelnden imaginalen Theile, hauptsächlich von Epithelien verwandt, indem sie in dieselben einwandern und aufgelöst werden.

In der **Brust** finden sich zu Ende des Larvenlebens ganz ähnliche Imaginalscheiben wie bei der Corethralarve. Nur liegen sie (Fig. 356) viel tiefer im Körper als dort und sind mit der Hypodermis durch lange Zellstränge verbunden, die nur in der Nähe der Imaginalscheiben hohl sind.

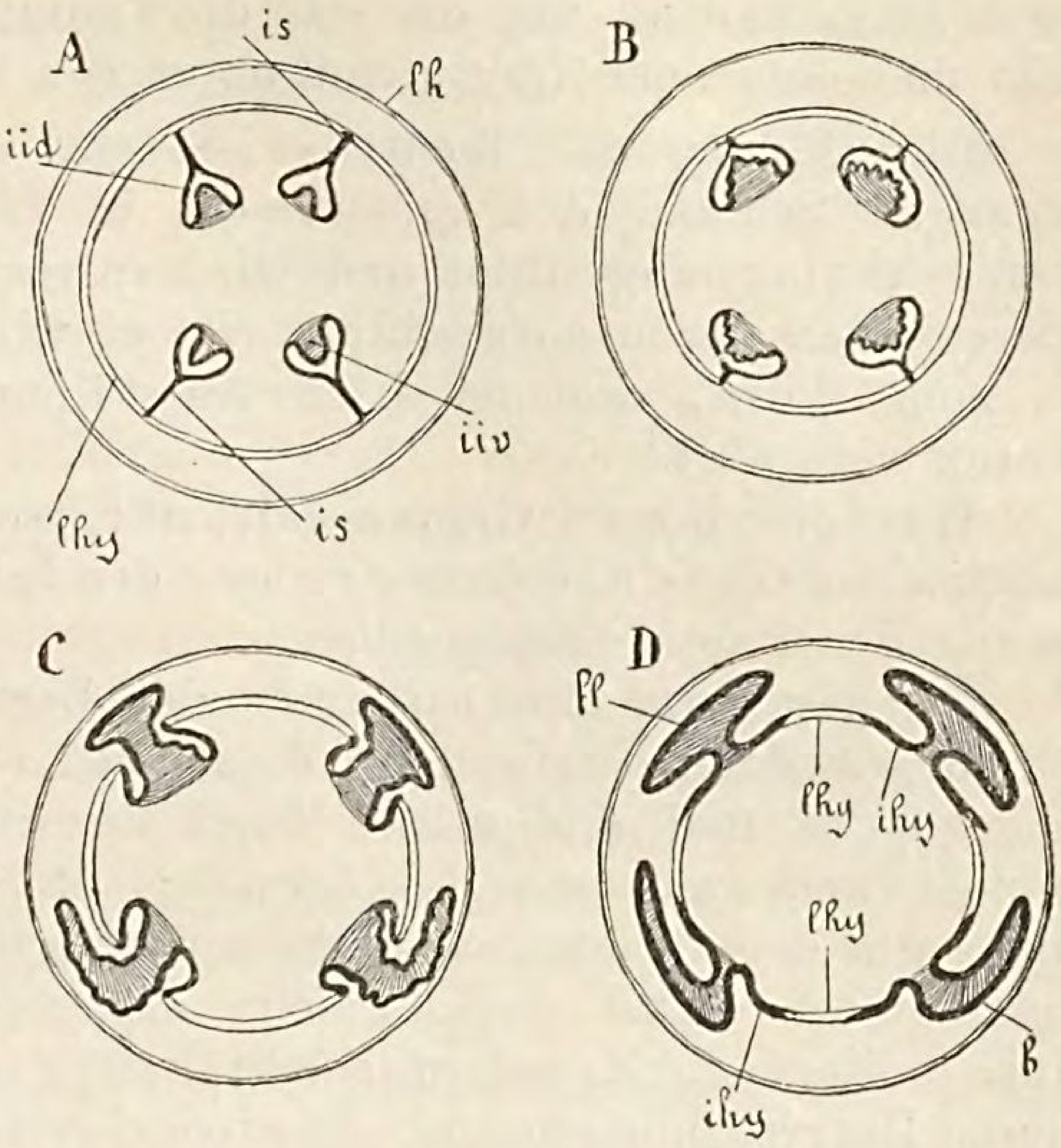


Fig. 356. *A, B, C, D* Schematische Darstellung der **Entwickelung der Flügel, Beine und der imaginalen Hypodermis der Musciden aus den Imaginalscheiben der Larve während der Verwandlung,** ideale Querschnitte. *lh* Chitinhaut der Larve, von der sich die darunter liegende Hypodermis der Larve (*lhy*) zurückgezogen hat, *iid* Imaginalscheiben der Flügel, *iiv* der Brustbeine, *is* ihre Verbindungsstränge mit der Hypodermis, *fl* Flügelanlagen, *b* Beinanlagen, *ihy* imaginale Hypodermis, sich bei *D* von den Imaginalscheiben aus ausbreitend. Die imaginalen Anlagen der Hypodermis sind mit dicken, schwarzen Conturen, die larvale Hypodermis durch 2 dünne, parallele Conturen angedeutet.

Brustgliedmaassen und Flügel legen sich in ganz ähnlicher Weise wie bei Corethra als Auswüchse im Innern der Imaginalblasen an. Später verkürzen sich die mit der Hypodermis in Verbindung stehenden Fortsätze der Imaginalscheiben und werden hohl. Dann platzt die Larvenhypodermis über den an die Oberfläche gerückten Imaginalscheiben, und die Füsse und Flügel treten an der Oberfläche frei zu Tage. Von den Imaginalscheiben aus breitet sich eine neue Hypodermisschicht über die Brust aus: die Anlage der imaginalen Hypodermis, während in demselben Maasse, als die imaginale Hypodermis sich ausbreitet, die larvale zerfällt und schwindet,

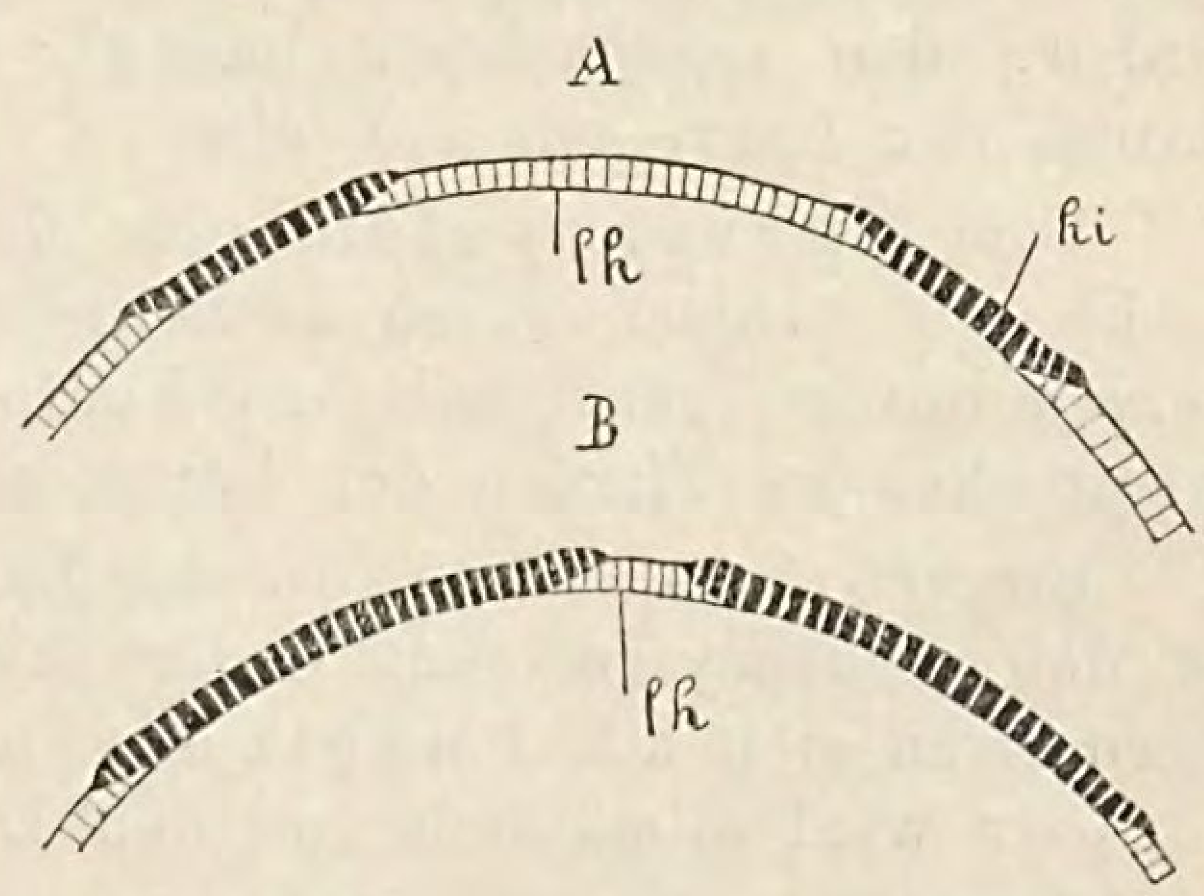


Fig. 357. *A* und *B* Schematische Darstellung der **Bildung der imaginalen Hypodermis am Abdomen der Musciden,** von den imaginalen Hypodermisinseln (*hi*) ausgehend. *lh* Larvale Hypodermis.

so zwar, dass larvale und imaginale Hypodermis zusammengenommen zu jeder Zeit während der Verwandlung eine continuirliche Decke um den Körper bilden.

Während an der Brust die Bildung der imaginalen Hypodermis von den Imaginalscheiben ausgeht, geht sie am **Abdomen** (später als an der

Brust) von Bildungsherden, sogenannten Inseln in der larvalen Hypodermis aus. An jedem Abdominalsegment finden sich 4 grössere und 2 kleinere Inseln (Fig. 357).

Man muss zum Verständniss dieser Vorgänge bei der Verwandlung stets im Auge behalten, dass die Häutung immer nur die Chitincuticula des Körpers betrifft, von der sich die darunter liegende Hypodermis zurückzieht und eine neue Chitinhaut unter der alten ausscheidet.

Die Bildung des Kopfes ist sehr eigenthümlich. Er ist bei der Larve als Schlund und mit diesem in Verbindung stehende Augenblasen in den Thorax eingestülpt und wird später bei der Verpuppung aus dem Thorax nach vorne ausgestülpt. Dabei wird der vordere Theil des Schlundes zum Halse, welcher nach Ausstülpung des Kopfes diesen mit dem Thorax verbindet.

Was die innern Organe anbetrifft, so scheinen das Herz und die Anlagen der Geschlechtsorgane der Larve direkt in die entsprechenden Organe der Puppe überzugehen.

Die gesammte Musculatur der Larve mit Ausnahme einiger Muskeln des zweiten Thoracalsegmentes geht zu Grunde. Das imaginale Bindegewebe und der grösste Theil der imaginalen Musculatur wird neu gebildet, und zwar von Mesodermelementen aus, welche frühzeitig an der Innenseite der Imaginalscheiben auftreten. Man glaubt, dass es die Imaginalscheiben selbst sind, welche ausser der Hypodermis der Brust die ihnen anliegende Mesodermschicht liefern, ein Punkt, der jedoch einer erneuten Untersuchung bedarf. Gewisse dorsale Muskeln des zweiten Thoracalsegmentes der Larve gehen nicht zu Grunde, sondern bilden sich unter zeitweisem Verlust der Querstreifung um und liefern die Flügelmuskeln der Imago.

Ein grosser Theil des larvalen Tracheensystems geht zu Grunde. Das imaginale Tracheensystem scheint sich aus zerstreuten Zellen und Zellgruppen der larvalen Tracheenhypodermis zu regeneriren.

Was den Darmkanal anbetrifft, so geht der grösste Theil des Mitteldarmes zu Grunde. Der imaginale Mitteldarm bildet sich neu aus zurückbleibenden Epithelinseln des larvalen Mitteldarmes. Ein Theil des Vorder- und Hinterdarms geht direkt aus Vorder- und Mitteldarm der Larve hervor, während andere Theile von ringförmigen Inseln oder Bildungsherden, den sogenannten Imaginalringen, des Vorder- und Hinterdarmes der Larve aus entstehen.

Vom Nervensystem geht der centrale Theil (Gehirn und Bauchmark) und wahrscheinlich auch die Anfangsstücke grösserer peripherischer Nerven unter eigenthümlichen Veränderungen und Umwandlungen aus den entsprechenden Theilen der Larve hervor.

Die Speicheldrüsen der Larve zerfallen und verschwinden, indem sie den Leukocyten zum Opfer fallen. Die imaginalen Speicheldrüsen regeneriren sich aus Imaginalringen der larvalen. Der larvale Fettkörper wird allmählich von den Leukocyten aufgezehrt.

Zerfall der Larvenorgane und Neubildung der imaginalen gehören, wie schon gesagt, nicht zwei zeitlich scharf getrennten Perioden an. Beide Vorgänge gehen neben einander einher, so dass im Allgemeinen weder in der äussern Gestalt, noch im Bau der Organe eine Discontinuität eintritt. Eine Discontinuität herrscht nur physiologisch in dem Sinne, dass die verschiedenen Organe während der Verwandlung ihre respektiven Funktionen nicht auszuüben vermögen.

Parthenogenesis. Cyklische Fortpflanzung. Paedogenesis.

Parthenogenesis kommt bei vielen Insekten, und zwar besonders häufig bei den Pflanzenläusen unter den Rhynchoten und bei vielen Hymenopteren vor, doch auch hier höchst wahrscheinlich nirgends als ausschliessliche Fortpflanzungsweise, sondern nur abwechselnd mit der Fortpflanzung durch befruchtete Eier. Bei den in Staaten zusammenlebenden Hymenopteren gehen aus den unbefruchteten Eiern ausschliesslich die Männchen hervor. Bei den Aphiden folgen im Sommer mehrere Generationen sich parthenogenetisch fortpflanzender, lebendig-gebärender, meist ungeflügelter Weibchen aufeinander. Die letzte, vivipare Sommergeneration aber erzeugt geflügelte Männchen und entweder geflügelte oder ungeflügelte Weibchen, deren befruchtete Eier überwintern. Aus diesen letzteren geht dann wieder die erste Sommergeneration parthenogenetisch sich fortpflanzender Weibchen hervor. Aehnlich ist der Fortpflanzungscyklus von Phylloxera mit dem Unterschied, dass alle Generationen flügellos sind, mit Ausnahme derjenigen, aus deren Eiern die geschlechtliche Generation (Männchen und Weibchen) hervorgeht. Phylloxera ist nicht lebendig-gebärend.

Sehr eigenthümlich sind die Fortpflanzungsverhältnisse von Chermes, von welcher Tannenlaus die Männchen bis vor kurzem überhaupt nicht bekannt waren.

Eine ungeflügelte Generation (von Chermes abietis) (I) überwintert auf der Fichte und legt im Frühjahr unbefruchtete Eier, aus denen eine zweite geflügelte Generation (II) von Weibchen hervorgeht. Ein Theil dieser Weibchen wandert von der Fichte auf die Lärche über. Aus ihren unbefruchteten Eiern geht eine dritte ungeflügelte Generation (III) von Weibchen hervor, welche auf der Lärche überwintert und im Frühling des 2. Jahres unbefruchtete Eier legt, aus denen eine vierte geflügelte Generation von Weibchen (IV) hervorgeht. Diese fliegen auf die Fichte zurück, aus ihren unbefruchteten Eiern entwickelt sich eine fünfte Generation (V) von ungeflügelten Männchen und Weibchen. Die aus den befruchteten Eiern dieser Generation hervorgehende sechste Generation (VI) entspricht wieder der überwinternden ersten Generation, von der wir ausgegangen sind. — Von der zweiten geflügelten Generation von Weibchen (II) war aber ein Theil auf der Fichte zurückgeblieben. Aus den unbefruchteten Eiern dieser auf der Fichte zurückbleibenden Weibchen entsteht eine ungeflügelte Generation von Weibchen, auf diese folgt dann wieder eine geflügelte Sommergeneration u. s. w. Es wechseln also in dieser Parallelreihe von Generationen auf der Fichte zurückbleibender Chermesindividuen jährlich zwei Generationen von Weibchen, eine geflügelte und eine ungeflügelte, ab, die sich aber beide parthenogenetisch fortpflanzen. Es ist nun wahrscheinlich, dass in dieser Parallelreihe die Generationen sich nicht ad infinitum parthenogenetisch fortpflanzen, dass vielmehr die Parallelreihe früher oder später wieder in die Stammreihe zurückschlägt, so dass dann wieder einmal eine Generation von Männchen und Weibchen auftritt. — Die einzelnen Generationen weichen in ihrer äussern Gestalt nicht unbedeutend von einander ab, auch abgesehen von dem abwechselnden Fehlen oder Vorkommen von Flügeln.

Die Aphiden lieferten uns ein Beispiel einer solchen cyklischen Fortpflanzung (Heterogonie), bei welcher die parthenogenetisch sich fort-

pflanzenden Weibchen lebendig-gebärend sind. Es entwickeln sich hier die unbefruchteten Eier schon im Innern des mütterlichen Körpers. Eine ähnliche Erscheinung kommt nun auch bei Dipteren (Cecidomyia) vor, doch wird hier das dem Ovarium entsprechende Keimorgan der parthenogenetisch sich fortpflanzenden Generationen von Weibchen schon sehr frühzeitig, nämlich auf dem Larvenstadium, reif. Die unbefruchteten Eier entwickeln sich auch hier im Innern des Larvenkörpers, so dass also in dem Fortpflanzungscyklus von Cecidomyia eine imaginale, sich geschlechtlich durch befruchtete Eier fortpflanzende Generation mit mehreren Generationen von parthenogenetisch sich fortpflanzenden viviparen Larven abwechselt. Diese specielle Art der Heterogonie nennt man Paedogenesis. Auch bei einer Chironomusart kann gelegentlich schon die Puppe Eier legen, die sich ganz in derselben Weise entwickeln, wie die befruchteten Eier der Imago.

D) Entwickelung der Myriapoden.

Die Embryonalentwickelung der Myriapoden weicht, soweit sie bekannt ist, nicht sehr von derjenigen der Insekten ab. Doch scheint es nicht zur Bildung von Embryonalhüllen zu kommen.

Wenn die jungen Myriapoden aus dem Ei schlüpfen, so sind sie entweder mit der definitiven Zahl von Segmenten und Beinen ausgestattet, wie dies bei den Scolopendriden und Geophiliden unter den Chilopoden der Fall ist, oder sie besitzen eine geringere Anzahl von Rumpfbeinpaaren, zu welchen hinten unter zahlreichen Häutungen der Thiere die noch fehlenden allmählich hinzukommen. Die Jungen der Scutigeriden und Lithobiiden unter den Chilopoden haben 7 Beinpaare. Die Zahl vermehrt sich dann bis auf 15. Die jungen Diplopoden (Fig. 358) hingegen haben nur 3 Paare von Füssen an 3 vorderen Rumpfsegmenten und einige hintere, noch gliedmaassenlose Segmente. Sie erinnern deshalb in ihrem Habitus an Insektenlarven. Allmählich treten hinten neue Segmente auf, die Zahl der Beinpaare vermehrt sich. Nach jeder Häutung ist die Zahl der Ringe eine grössere, gewöhnlich erfolgt die Zunahme sprungweise, so dass z. B. bei Polydesmiden Stadien mit 7, 9, 12, 15, 17, 18, 19 und schliesslich 20 Ringen aufeinanderfolgen. — Aus dem Vorstehenden ergiebt sich: erstens, dass bei vielen Myriapoden eine Art Metamorphose vorkommt, und zweitens, dass sich der Körper, was bei den Insekten nicht mehr zu erkennen ist, von vorn nach hinten differenzirt.

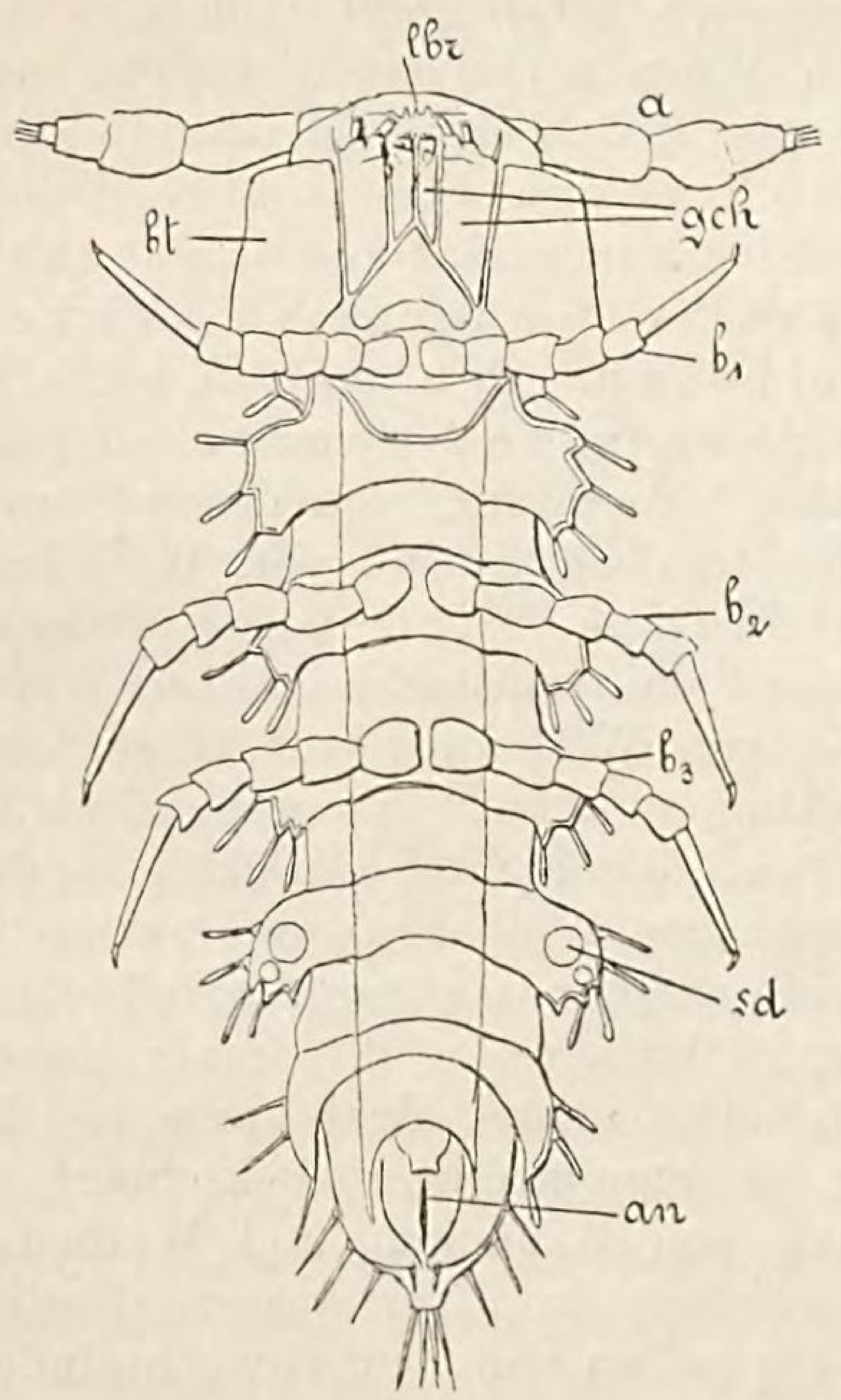


Fig. 358. **Larve von Polydesmus complanatus,** nach dem Ausschlüpfen (nach v. Rath). *lbr* Oberlippe, *a* Antenne, *bt* Backentheile, *gch* Gnathochilarium, b_1, b_2, b_3 die 3 Beinpaare der Larve, *sd* Saftdrüse, *an* Anus.

XIV. Phylogenie.

Von den heute lebenden Antennaten stehen vielleicht die Symphylen der gemeinsamen Stammform am nächsten. Doch sind auch sie schon einseitig entwickelt, und viele ihrer Organe, vor allem das Tracheensystem, zeigen durchaus kein ursprüngliches Verhalten. Aus der gemeinsamen Stammform der Antennaten sind einerseits die Myriapoden, anderseits die Stammform der Hexapoden hervorgegangen. Die einzelnen Ordnungen der Myriapoden haben sich vielleicht polyphyletisch entwickelt, während für alle Hexapoden eine gemeinsame Stammform anzunehmen ist, welcher die heute lebenden Apterygoten und besonders die Thysanuren nahe stehen. Es liegt nämlich kein specieller Grund vor, die Apterygoten als ursprünglich geflügelte Insekten zu betrachten, welche auf immer jüngern Stadien, schliesslich auf einem Larvenstadium, geschlechtsreif geworden wären.

Es lässt sich aber, wie mir scheint, wenigstens ein Grund gegen eine solche Auffassung vorführen, und dieser beruht in dem Vorkommen jener ausstülpbaren Bläschen am Abdomen der Thysanuren, welche wohl bei Myriapoden (Lysiopetaliden und Symphylen) vorhanden sind, bei den Pterygoten aber fehlen oder doch höchstens in einem Paare am vordersten Abdominalsegment vorübergehend beim Embryo auftreten. Von der apterygotenähnlichen Stammform aller Hexapoden ist die Stammform der geflügelten Insekten abzuleiten, aus welcher die verschiedenen Insektenordnungen hervorgegangen sind. Diese haben sich wohl unabhängig von einander entwickelt. Doch haben diejenigen unter ihnen, deren Mitglieder eine allmähliche oder eine unvollkommene Verwandlung durchmachen, ursprüngliche Charaktere in grösserem Maasse beibehalten als die übrigen. Von diesen letzteren sind es wieder die Lepidopteren, Hymenopteren und Dipteren, die sich am meisten von der Stammform entfernen und in denen die Organisation der Insekten zur höchsten Entfaltung gelangt.

Was das Verhältniss der Antennaten zu den Protracheaten (Peripatus) anbetrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass beide Klassen stammverwandt sind und dass Peripatus viel mehr als irgend ein Glied der Antennatenklasse ursprüngliche Wurmcharaktere beibehalten hat.

Uebersicht der wichtigsten Litteratur.

I. Myriapoda.

Anatomie.

J. Bode. *Polyxenus lagurus de Geer. Ein Beitrag zur Anatomie, Morphologie und Entwickelungsgeschichte der Chilognathen. Diss. und in: Zeitschrift f. d. gesammt. Naturwissenschaften.* 1877.

Léon Dufour. *Recherches anatomiques sur le Lithobius forficatus et la Scutigera lineata. Ann. sciences nat. Tom. II.* 1824.

Hugo Eisig. *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel. Berlin* 1887. (*Enthält Betrachtungen über die Morphologie der Coxaldrüsen, Spinndrüsen, Speicheldrüsen, Nephridien der Myriapoden, Hexapoden, Protracheaten.*)

L. Fabre. *Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des Myriapodes. Annales scienc. nat.* 4°. *Zool. III.* 1855.

H. Grenacher. *Ueber die Augen einiger Myriapoden. Arch. f. mikr. Anatomie.* 18. *Bd.* 1880.

Erich Haase. *Das Respirationssystem der Symphylen und Chilopoden. Zool. Beiträge von A. Schneider.* 1. *Bd.* 1884.

Robert Latzel. *Die Myriapoden der österreichisch-ungarischen Monarchie. Erste und zweite Hälfte. Wien* 1880—1884.

Georges Newport. *On the organs of reproduction and the development of the Myriapoda. Philos. Transact. Roy. Soc. London* 1841 (*vergl. auch Ann. Magaz. Nat. History.* 1°. *VIII.* 1842).

Derselbe. On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems. Ibid. 1843.

Otto vom Rath. *Beiträge zur Kenntniss der Chilognathen. Dissertation. Bonn* 1886.

Friedr. Stein. *Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Myriapoden etc., in: Müller's Archiv. Jahrg.* 1842.

Ausserdem Schriften von Newport, Stein, Plateau, Voges, Sograf, Humbert Chatin, Karlinski, Meinert, Haase, Brandt, Koch, Gervais, Mac Leod, Packard, Ryder, Scudder, Savigny, Tömösváry, Wood-Mason, Heathcote, Brandt.

Ontogenie.

E. Metschnikoff. *Embryologie der doppelfüssigen Myriapoden (Chilognatha). Zeitschr. f. wiss. Zool.* 24. *Bd.* 1874.

Derselbe. Embryologisches über Geophilus. Ibidem. 25. *Bd.* 1875.

II. Hexapoda.

Anatomie.

G. Ernst Adolph. *Ueber Insektenflügel. Nova Acta Ks. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. Naturforscher.* 41. *Bd.* 1880.

Blanchard. *Insekten in „Règne animal de Cuvier“.*

F. Brauer. *Systematisch-zoologische Studien. Sitz.-Ber. math.-naturwiss. Klasse k. Akad. Wiss.* 91. *Bd.* 1. *Abth. Wien* 1885.

Eduard Brandt. *Zahlreiche deutsch geschriebene Abhandlungen über* das *Nervensystem der verschiedensten Insekten, in: Horae societatis entomologicae rossicae.* 14. *und* 15. *Bd.* 1879.

E. Burgess. *Contributions to the anatomy of the milk-weed butterfly (Danais Archippus). Anniv. Memoirs Boston Soc. Nat. Hist.* 1880.

Burmeister. *Handbuch der Entomologie. Berlin I* 1832; *II* 1838—1839.

Justus Carrière. *Die Sehorgane der Thiere, vergleichend-anatomisch dargestellt. München und Leipzig.* 1885.

Carl Chun. *Ueber den Bau, die Entwickelung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insekten. Abhandl. Senkenb. Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M.* 10. *Bd.* 1875.

Léon Dufour. *Recherches sur les Hémiptères, les Orthoptères, les Hymenoptères, les Nevroptères et les Diptères. Mém. Acad. de sciences. Paris t. IV* 1833, *t. VII* 1841, *t. XI* 1851. *Ausserdem zahlreiche Monographien in den Annales des sciences naturelles.*

V. Graber. *Ueber den propulsatorischen Apparat der Insekten. Arch. f. mikr. Anat.* 9. *Bd.* 1873.

Derselbe. Die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren. Denkschr. math.-naturwiss. Klasse Akad. Wissensch. Wien. 36. *Bd.* 1875.

Derselbe. Die Insekten. 2 *Theile, in: „Naturkräfte“.* 21. *und* 22. *Bd. München* 1877.

Derselbe. Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. Arch. f. mikr. Anatomie. 20 *Bd* 1882.

Battista Grassi. *I progenitori dei Miriapodi e degli insetti.* 7 *Abhandl. von* 1886—1888 *in den Publikationen verschiedener italienischer Akademien und Gesellschaften. Betreffen hauptsächlich die Apterygoten und Scolopendrellen.*

H. Grenacher. *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen* 1879.

F. Grosse. *Beiträge zur Kenntniss der Mallophogen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 42. *Bd.* 1885.

E. Haase. *Ueber Adominalanhänge bei Hexapoden. Sitz.-Ber. d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin.* 1889.

G. Hauser. *Physiologische und histiologische Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 34. *Bd.* 1880.

F. E. Helm. *Ueber die Spinndrüsen der Lepidopteren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 26. *Bd.* 1875.

Bruno Hofer. *Untersuchungen über den Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparates von Blatta. Nova Acta K. Leop.-Carol. Akad. Naturforscher.* 51. *Bd.* 1887.

K. Jordan. *Anatomie und Biologie der Physapoda. Zeitschr. f. wiss. Zoologie.* 47. *Bd.* 1888.

Fr. Leydig. *Zum feinern Bau der Arthropoden. Müller's Archiv.* 1855. *Ferner ausser den Lehrbüchern über Histologie noch viele andere Schriften, die besonders für die Histologie der Tracheaten und die Kenntniss ihrer Sinnesorgane grundlegend waren.*

Joseph Heinrich List. *Orthezia cataphracta. Eine Monographie. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 45. *Bd.* 1887.

John Lubbock. *Monograph of the Collembola and Thysanura. Ray Society London.* 1873.

Derselbe. Ursprung und Metamorphosen der Insekten. Jena 1876.

P. Lyonet. *Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule. La Haye* 1762.

J. Mac Leod. *La structure des trachées et la circulation péritrachéenne. Bruxelles* 1880.

Meinert. *Anatomia Forficularum. Dissert. I. Kjöbenhavn* 1863.

H. Michels. *Beschreibung des Nervensystems von Oryctes nasicornis im Larven-, Puppen- und Käferzustande. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 34. *Bd.*

Newport. *„Insecta", in: Cyclopaedia of anatomy and physiology. vol II.* 1839.

J. T. Oudemans. *Beiträge zur Kenntniss der Thysanura und Collembola. Berlin* 1888. *Holländische Ausgabe: Amsterdam* 1887.

J. A. Palmén. *Zur Morphologie des Tracheensystems. Helsingfors und Leigzig* 1877.

Derselbe. Ueber paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten. Helsingfors 1884.

W. Patten. *Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitth. Zool. Station zu Neapel.* 6. *Bd.* 1886.

F. J. Pictet. *Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides. Genève* 1834.

Réaumur. *Mémoires pour servir à l'historie des Insectes. Paris.* 12 *vol.* 1734—42.

J. C. Savigny. *Mémoires sur les animaux sans vertèbres.* 1. *Partie.* 1. *fascicule. Paris* 1816.

Emil Schindler. *Beiträge zur Kenntniss der Malpighi'schen Gefässe der Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 30. *Bd.* 1878.

A. Sommer. *Ueber Macrotoma plumbea. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Zeitschr. f. wissensch. Zool.* 41. *Bd.* 1885.

Joh. Swammerdam. *Historia insectorum generalis. Utrecht* 1669.

Derselbe. Bijbel der natuure. Lugd. Bat. 1737—38. *Bibel der Natur* 1752.

Strauss-Dürkheim. *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés et anatomie descriptive du Melolontha vulgaris. Paris, mit Atlas,* 1828.

E. Witlaczil. *Zur Anatomie der Aphiden. Arb. Zool. Instit. zu Wien.* 4. *Bd.* 1882.

Derselbe. Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 43. *Bd.* 1885—86.

Derselbe. Die Anatomie der Psylliden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 42. *Bd.* 1885.

Grössere zusammenfassende, jedoch vorwiegend oder ausschliesslich systematische und biologische Werke von Bonnet, Rösel von Rosenhof, Ch. de Geer, Kirby and Spence, Ratzeburg, O. Heer, Taschenberg, Jäger, Westwood u. s. w.

Ich citire noch ohne irgendwelche Ordnung die Namen weiterer Autoren: Plateau, Gerstäcker, Landois, Kirbach, Langhoffer, Haase, Graber, Breitenbach, Walter, Liénard, Wood-Mason, Paul Mayer, Leon, Geise, Osc. Schmidt, Will, Leuckart, F. Dahl, H. von Wielowiejski, Emery, Forel, Engelmannn, Simmermacher, Koestler, Spichardt, Packard, Kraepelin, Berger, Flögel, Dietl, Zimmermann, Cholodkovsky, Dewitz, Korschelt, Faussek, Landois, Claus, v. Siebold, Pagenstecher, Hanin, A. Dohrn, F. Müller, Adler, Cattie, Krancher, Grenacher, Hickson, Tichomiroff, Vayssière, Riley, Meinert, Scudder, Leydig, Schiemenz, Grassi, Beauregard, Wedde, Balbiani, Schneider, Redtenbacher, Miall and Denny, Audouin, Westwood, Wagner, Lacaze-Duthiers, Stein, Nicolet, Gerstfeld, Brullé, Lubbock, Semper, Kölliker, Claparède, Rathke, Hensen, Lespès, Rabl-Rückhard, Grobben, Plateau, Carlet, Dimmock, Bolles Lee, Knüppel, Ruland, Malpighi, Suckow, Loew, Targioni-Tozzetti, Owsjanikoff, Joh. Müller, Brandt, Dareste, Serville, T. de Charpentier, L. H. Fischer, Pictet, Hagen, Kirby, Curtis, Kaltenbach, Lichtenstein, Becher, O. Taschenberg, Herold, P. und Fr. Huber, de Saussure, Brunner v. Wattenwyl.

Fortpflanzung und Entwickelung.

H. Ayers. *On the development of Oecanthus niveus and its parasite, Teleas. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. vol.* 3. 1884.

F. Brauer. *Betrachtungen über die Verwandlungen der Insekten im Sinne der Descendenz-Theorie. Verh. d. k. k. zool.-botan. Gesellsch. in Wien.* 19. *Bd.* 1869.

N. Bobretzky. *Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 31. *Bd.* 1878.

L. Dreyfus. *Ueber Phylloxerinen. Dissertation. Wiesbaden* 1889.

M. Fabre. *L'hypermétamorphose et les moeurs des Méloïdes. Ann. sciences natur.* 4⁰. *vol.* 7. 1857.

Ganin. *Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 19. *Bd.* 1869.

V. Graber. *Ueber die Polypodie der Insektenembryonen. Morph. Jahrb.* 13. *Bd.* 1888.

B. Grassi. *Studi sugli Artropodi. Intorno allo sviluppo delle api nell'uovo. Atti Acad. Scienze nat. Catania.* 3⁰. *vol.* 18. 1884.

Berthold Hatschek. *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Lepidopteren. Jenaische Zeitschr.* 11. *Bd.* 1877.

K. Heider. *Ueber die Anlage der Keimblätter von Hydrophilus piceus L. Abhandl. der Preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin* 1885/86.

O. *und* **R. Hertwig.** *Die Cölomtheorie. Jena* 1881.

A. Korotneff. *Die Embryologie der Gryllotalpa. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 41. *Bd.* 1885.

A. Kowalevsky. *Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. Acad. impér. Pétersbourg.* 7⁰. *vol.* 16. 1871.

Derselbe. Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwickelung der Musciden. I. Zeitsch. f. wissensch. Zoologie. 45. *Bd.* 1887.

R. Leuckart. *Die Fortpflanzung und Entwickelung der Pupiparen. Abhandl. d. Naturf. Gesellsch. zu Halle.* 4. *Bd.* 1858.

Derselbe. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Cecidomyialarven. Arch. für Naturgesch. 1865.

E. Metschnikoff. *Embryologische Studien an Insekten. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 16. *Bd.* 1866.

W. Patten. *The development of Phryganids, with a preliminary note on the development of Blatta germanica. Quart. Journ. Micr. Science. N. S. vol.* 24. 1884.

J. van Rees. *Beiträge zur Kenntniss der innern Metamorphose von Musca vomitoria. Zool. Jahrb. von Spengel. Abth. f. Anat. und Ontog.* 3. *Bd.* 1888.

Viallanes. *Recherches sur l'histologie des Insektes et sur les phénomènes, qui accompagnent le développement postembryonnaire de ces animaux, in: Annal. scienc. natur. zool.* 6⁰. *vol.* 14. 1882.

Alfred Voeltzkow. *Entwickelung im Ei von Musca vomitoria und: Melolontha vulgaris. Ein Beitrag zur Entwickelung im Ei bei Insekten. Arb. aus dem zool.-zoot. Institute zu Würzburg.* 9. *Bd.* 1. *Heft.* 1889.

N. Wagner. *Beitrag zur Lehre von der Fortpflanzung der Insektenlarven. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 13. *Bd* 1860.

Aug. Weismann. *Die Entwickelung der Dipteren im Ei. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 13. *Bd.* 1863.

Derselbe. Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 14. *Bd.* 1864.

Derselbe. Die Metamorphose der Corethra plumicornis. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 16. *Bd.* 1866.

Emanuel Witlaczil. *Entwickelungsgeschichte der Aphiden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 40. *Bd.* 1884.

Weitere Autoren: Brauer, Ganin, Pagenstecher, Metschnikoff, Blochmann, Dreyfus, Fabre, Balbiani, A. Brandt, Bütschli, Dewitz, Dohrn, Graber, O. v. Grimm, Kölliker, Leuckart, Melnikow, P. Mayer, A. S. Packard, Tichomiroff, Zaddach, Rathke, Robin, Henking.

III. Klasse. **Arachnoidea sive Chelicerota. Spinnenartige Gliederfüssler.**

Systematische Uebersicht.

I. Ordnung. Scorpionidea. Scorpione (Fig. 360, p. 529).

Der Körperstamm zerfällt in einen gedrungenen, ungegliederten Cephalothorax und ein grosses, langes, gegliedertes Abdomen. Am Abdomen ist selbst wieder ein dickes und breites, 7-gliedriges Praeabdomen von einem schmalen, gestreckten, 5-gliedrigen Postabdomen abgesetzt. Das Endglied des letztern trägt einen Giftstachel. Auf der Bauchseite des 2. Abdominalsegmentes jederseits ein kammförmiger Anhang. Kieferfühler (Cheliceren) und Kiefertaster (Pedipalpen) endigen mit Scheeren. Pedipalpen beinförmig, mit grosser Scheere. 4 Paar Fächertracheen („Lungen"), deren Stigmen an der Bauchseite des 3. bis 6. Abdominalsegmentes liegen. Euscorpius, Buthus, Androctonus.

II. Ordnung. Solpugidea. Walzenspinnen (Fig. 359, p. 528).

Kopf gesondert. Brust 3-gliedrig, Hinterleib 10-gliedrig, walzig. Cheliceren mit Scheeren, Pedipalpen beinförmig, lang. Röhrentracheen. Ein Paar Stigmen am 1. Thoracalsegment und je ein Paar am 2. und 3. Abdominalsegment. Galeodes, Solpuga.

III. Ordnung. Pseudoscorpionidea (Chernetidae). Afterscorpione (Fig. 361, p. 529).

Kopfbrust ungegliedert oder mit zwei Querfurchen, Abdomen breit, platt, 11-gliedrig. Weder Giftstachel noch Schwanzfaden vorhanden. Cheliceren und Pedipalpen ähnlich wie bei den Scorpioniden. Röhrentracheen. Zwei Stigmenpaare am 2. und 3. Abdominalsegmente. Mit Spinndrüsen. Kleine Thiere. Chernes, Chelifer, Obisium, Chthonius.

IV. Ordnung. Pedipalpi (Thelyphonidae). Geisselscorpione, Skorpionsspinnen (Fig. 365, p. 536).

Kopfbrust ungegliedert, deutlich vom Hinterleib abgesetzt. Letzterer niedergedrückt, aus 11—12 Segmenten bestehend. Cheliceren klauenförmig. Pedipalpen gross, endigen entweder klauen- oder scheerenförmig. Erstes Beinpaar mit geisselartigem Ende, fühlerartig. Zwei Paar Fächertracheen, deren Stigmen an der Bauchseite des 2. und 3. Hinterleibsringes liegen. Thelyphonus (3 letzte Abdominalsegmente bilden einen stummelförmigen, vom übrigen Abdomen deutlich abgesetzten Abschnitt, welcher einen langen, gegliederten Schwanzfaden trägt). Phrynus.

In die Nähe der Pedipalpen sind vielleicht die kleinen, mangelhaft bekannten Abtheilungen der Tartariden und Microthelyphoniden zu stellen.

V. Ordnung. Phalangidea. Afterspinnen.

Kopfbrust ungegliedert, Hinterleib dick und gedrungen, mit seiner ganzen Breite der Kopfbrust ansitzend, 6-gliedrig. Cheliceren scheerenförmig, Pedipalpen beinförmig, Beine oft ausserordentlich lang und dünn. Röhrentracheen mit einem Stigmenpaar, das ventral an der Grenze von Kopfbrust und Abdomen liegt. Ohne Spinndrüsen. Rhalangium, Leiobunum, Gonyleptus.

VI. Ordnung. Cyphophthalmidea.

(Wird oft als Familie zu der vorhergehenden Ordnung gestellt.)

Kopfbrust ungegliedert, Abdomen 8-gliedrig. Habitus der Pseudoscorpioniden. Cheliceren und Pedipalpen ähnlich wie bei Rhalangiden. Röhrentracheen. Cyphophthalmus (ohne Spinndrüsen, mit einem Stigmenpaar an der Bauchseite des 1. Abdominalsegmentes). Gibbocellum (Spinndrüsen an der Basis des Hinterleibs hinter der Geschlechtsöffnung; zwei Paar Stigmen am 2. und 3. Abdominalsegment). (Fig. 373, p. 547.)

VII. Ordnung. Araneidea. Spinnen.

Kopfbrust ungegliedert und Hinterleib ungegliedert, letzterer gross eiförmig. Hinterleib durch einen engen, kurzen Stiel von der Kopfbrust abgesetzt. 4—6 Paar Spinnwarzen am Ende des Hinterleibs. Cheliceren klauenförmig, mit Giftdrüse. Pedipalpen beinförmig, Endglied beim Männchen in eigenthümlicher Weise zu einem Uebertragungsorgan des Samens bei der Begattung umgestaltet (Fig. 378, p. 554). Entweder ausschliesslich Fächertracheen oder Fächertracheen und Röhrentracheen zugleich.

1. Unterordnung. Tetrapneumones.

Mit 4 Fächertracheen, ohne Röhrentracheen. Die beiden Stigmenpaare ventral hinter der Basis des Abdomens. Meist 4 (bei Atypus 6) Spinnwarzen. Mygale (Avicularia, Fig. 375, p. 549), Ctenize, Atypus.

2. Unterordnung. Dipneumones.

Mit 2 Fächertracheen, die mit 2 Stigmen an der Basis des Hinterleibes ausmünden und mit Röhrentracheen, die mit einem unpaaren (seltener paarigen, Dysderidae) Stigma hinter dem Stigmenpaar der Fächertracheen ausmünden. Das unpaare Stigma der Röhrentracheen ist meist weit nach hinten gerückt, so dass es vor den Spinnwarzen liegt. Mit 6 Spinnwarzen. Hierher die meisten Spinngewebe anfertigenden Spinnenthiere. Fam. Dysderidae (2 Stigmen für die Fächertracheen), Dysdera, Segestria. Fam. Saltigradae, Springspinnen: Salticus, Attus. Fam. Citigradae (Lycosidae), Wolfspinnen: Lycosa, Tarantula. Fam. Laterigradae, Krabbenspinnen: Micrommata, Philodromus, Xysticus. Fam. Tubitelariae, Röhrenspinnen: Dictyna, Tegenaria, Agelena, Argyroneta, Drassus, Clubiona. Fam. Retitelariae, Netzspinnen: Linyphia, Theridium, Pholcus. Fam. Orbitelariae, Radspinnen: Epeira, Zilla, Meta.

VIII. Ordnung. Acarina. Milben.

Hinterleib mit der Kopfbrust verschmolzen. Körper ungegliedert. Mundtheile beissend oder stechend und saugend. Athmungsorgane können fehlen oder vorkommen, im letzteren Fall sind sie Tracheen. Viele Milben leben parasitisch. A) Mit Tracheen versehene Milben: Fam. Trombidiidae, Laufmilben: Trombidium. Fam. Tetranychidae: Tetranychus. Fam. Hydrachnidae, Wassermilben: Atax, Hydrachna, Hydrodoma. (Die Unterfamilie der Halacariden, Meeresmilben [Aletes, Halacarus] tracheenlos.) Fam. Bdellidae, Schnabelmilben: Bdella. Fam. Oribatidae, Hornmilben: Oribata, Leiosoma. Fam. Gamasidae, Käfermilben: Gamasus (Fig. 362, p. 530), Uropoda. Fam. Ixodidae, Zecken: Ixodes, Argas. B) Milben ohne Tracheen: Fam. Tyroglyphidae, Käsemilben: Tyroglyphus. Fam. Dermalei-

chidae: Listrophorus, Analges. Fam. Sarcoptidae, Krätzmilben: Sarcoptes. Fam. Demodicidae, Haarbalgmilben: Demodex. Fam. Phytoptidae, Gallmilben: Phytoptus.

Anhang zur Klasse der Arachnoidea.

Die Linguatuliden (Pentastomiden). Zungenwürmer.

Körper wurmförmig, meist abgeflacht, äusserlich geringelt. Keine Mundwerkzeuge. Zwei Paar bewegliche Haken in der Umgebung des Mundes. Sinnesorgane, Tracheen, MALPIGHI'sche Gefässe und Mitteldarmdivertikel fehlen. Männliche Oeffnung vorn, hinter dem Mund, weibliche am hintern Körperende. Schmarotzer. Pentastomum. P. taenioides (Fig. 379, p. 556). Parasitisch in der Nasen- und Rachenhöhle und im Hirnsinus des Hundes und Wolfes. Die Embryonen gelangen, eingeschlossen in ihre Eihüllen, mit dem Nasenschleim nach aussen. Wenn sie in den Darm eines Kaninchens oder eines Hasen (oder auch einiger anderer Säugethiere) aufgenommen werden, so werden die Embryonen frei, dringen durch die Darmwand hindurch und in die Leber oder Lunge hinein. Hier kapseln sie sich ein und durchlaufen unter vielfachen Häutungen eine merkwürdige Metamorphose, deren Endresultat eine Larve ist, die man mit dem Namen Pentastoma denticulatum belegt hat. Diese Larve durchbricht schliesslich ihre Kapsel und bewegt sich umher. Gelangt sie in irgend einer Weise (wohl meist mit dem Fleische des Hasen oder Kaninchens) in den Mund und Rachen des definitiven Wirthes, so sucht sie sich ihren zukünftigen Aufenthaltsort auf und entwickelt sich unter Häutungen zum ausgebildeten Pentastomum.

I. Aeussere Organisation.

A) Der Körperstamm.

Wenn wir den Körperstamm der Arachnoiden mit demjenigen der Antennaten vergleichen, so fällt uns als wichtigster Unterschied derjenige auf, dass sich bei den erstern meistens ein von der Brust gesonderter Kopf oder, was dasselbe sagen will, eine vom Kopf gesonderte Brust nicht unterscheiden lässt. Am Körperstamm der Arachnoiden sind vielmehr fast immer eine Anzahl vorderer Segmente, wahrscheinlich 7, zu einem meist ungegliederten Körperabschnitt, der Kopfbrust oder dem Cephalothorax, verschmolzen. An diese Kopfbrust schliesst sich dann hinten ein aus einer verschiedenen Anzahl von gesonderten oder verschmolzenen Segmenten bestehender Hinterleib (Abdomen) an, der indessen, wie dies bei den Acarinen (Milben) und Linguatuliden (?) der Fall ist, selbst wieder mit der Kopfbrust verschmelzen kann, so dass dann der Körperstamm weder segmentirt noch in Regionen abgetheilt erscheint. Wir stossen also auch innerhalb der Klasse der Arachnoidea nicht nur auf Verschmelzungen

von Segmenten, auf eine Verwischung der Segmentation, sondern auch auf eine fortschreitende Concentration des ganzen Körpers; denn es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch bei den Arachnoiden diejenigen Formen, bei denen der Körperstamm am reichsten und vollständigsten gegliedert ist, hierin ein ursprünglicheres Verhalten zeigen als die übrigen Formen. Am reichsten ist die Gliederung bei den Scorpioniden und Solpugiden, doch ist sie bei beiden Gruppen sehr verschiedenartig. Die specielle Art der Gliederung nimmt bei beiden unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Die Solpugiden (Fig. 359) erinnern in der Gliederung ihres Körperstammes ausserordentlich an die Insekten. Im Gegensatz zu allen übrigen Arachnoiden ist bei ihnen nicht nur der dem Cephalothorax entsprechende vordere Körperabschnitt deutlich gegliedert, sondern er zerfällt sogar in zwei Abschnitte, einen vordern, ungegliederten, den Kopf (den man mit dem Kopfe der Antennaten vergleichen kann), und in einen hintern, aus drei Segmenten bestehenden Abschnitt, den Thorax (den man mit dem dreigliedrigen Thorax der Insekten und mit den drei vordersten Rumpfsegmenten der Myriapoden vergleichen kann). An den Thorax schliesst sich das 10-gliedrige Abdomen an.

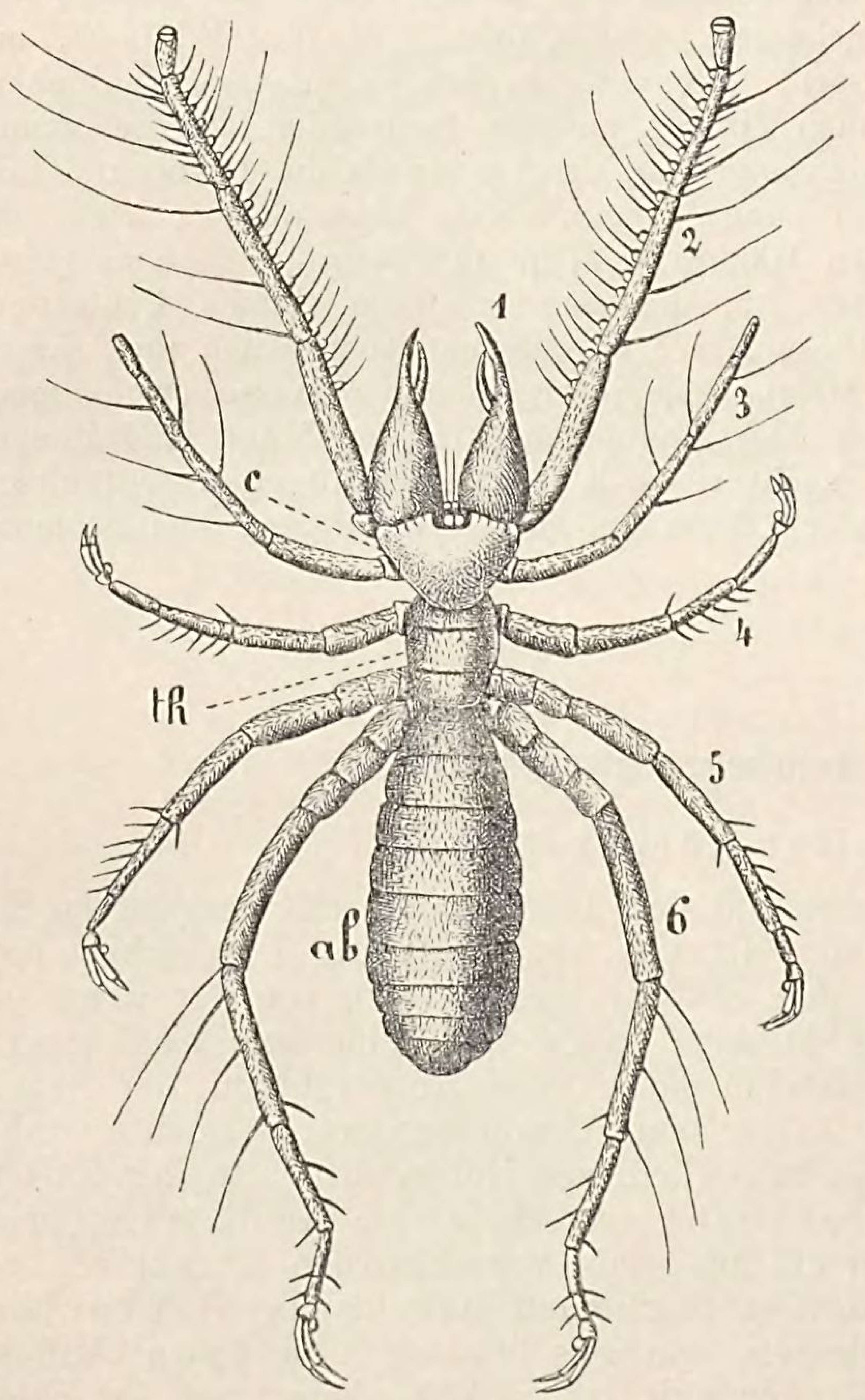


Fig. 359. **Galeodes Dastuguei** ♀, natürliche Grösse. 1—6 die 6 Extremitätenpaare, 1 Cheliceren, 2 Pedipalpen, *c* Kopf, *th* der dreigliedrige Thorax, *ab* das Abdomen. (Nach L. Dufour.)

Der Vergleichung der Segmente des Körperstammes der Solpugiden mit dem Kopfe und einer entsprechenden Anzahl von Rumpfsegmenten der Antennaten stehen beträchtliche Schwierigkeiten im Wege, welche sich vornehmlich aus einer Vergleichung der Extremitäten und des Nervensystems ergeben und weiter unten besprochen werden sollen. Leider ist die Ontogenie der Solpugiden so gut wie unbekannt.

Bei den Scorpioniden (Fig. 360) ist die Kopfbrust im erwachsenen Zu-

stande ungegliedert, beim Embryo aber lässt sie eine Gliederung in 7 Segmente, die Scheitellappen mitgerechnet, erkennen. Das Abdomen hingegen ist deutlich gegliedert und besteht aus 12 Segmenten. Man kann an ihm wieder zwei Abschnitte unterscheiden, die deutlich von einander abgesetzt sind. Der vordere Abschnitt, das breite Praeabdomen, besteht aus 7, der hintere, schmälere, schwanzartige Abschnitt, das Postabdomen, aus 5 Segmenten. Am Ende des Postabdomens befindet sich der oft als ein Segment mitgerechnete Giftstachel. Dieser ist jedoch wahrscheinlich nur als ein abgegliederter Anhang des letzten Segmentes zu deuten, welches, wie bei allen Arthropoden, durch die Lage des Afters gekennzeichnet ist.

Fig. 360.

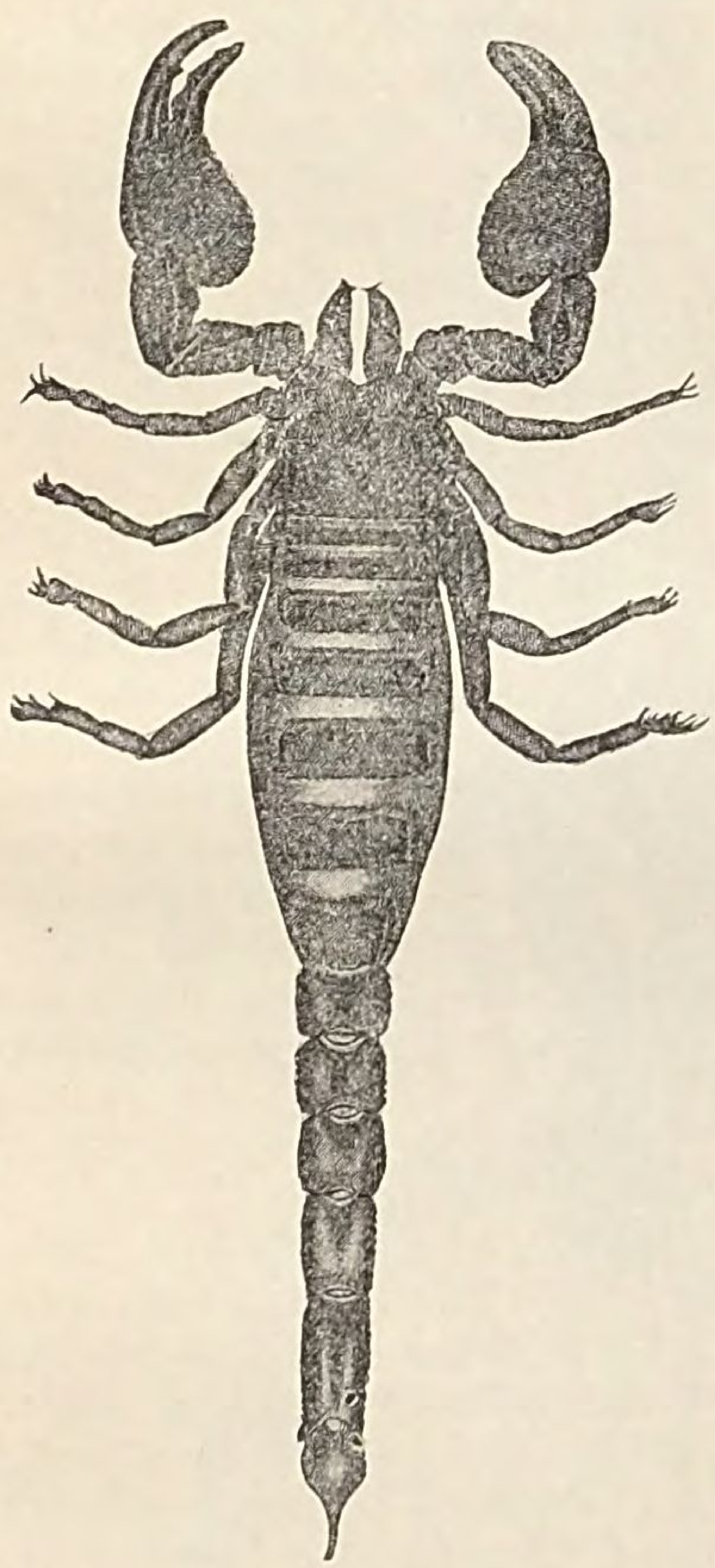


Fig. 361.

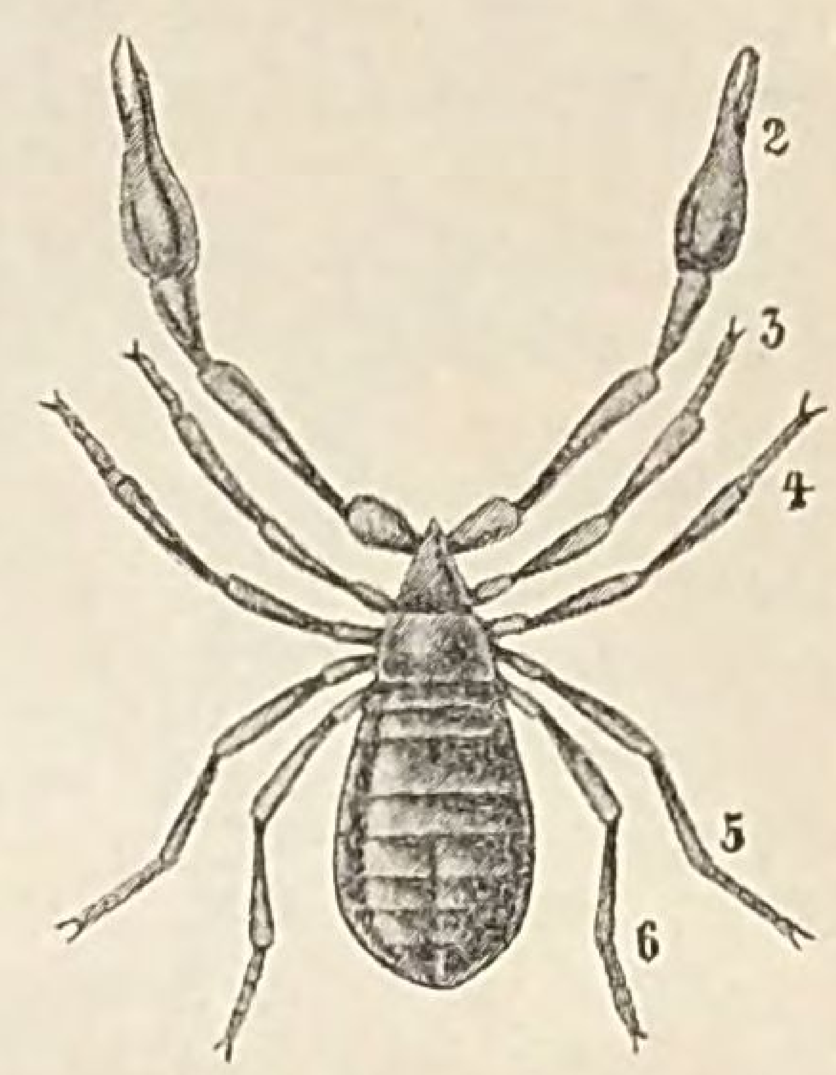


Fig. 360. **Scorpio africanus** (nach Cuvier, Règne animal).

Fig. 361. **Chelifer Bravaisii** (nach Cuvier, Règne animal). 2—6 2. bis 6. Extremitätenpaar.

Zwei kleine mangelhaft bekannte Gruppen von Arachnoiden, die Tartariden und Microthelyphoniden scheinen, was die Gliederung ihres Körperstammes anbetrifft, eine vermittelnde Stellung einerseits zwischen Solpugiden und Scorpioniden und anderseits zwischen diesen und den Thelyphoniden einzunehmen. Bei den Microthelyphoniden lässt sich am Cephalothorax ein vorderer und ein hinterer Abschnitt unterscheiden,

und der letztere lässt selbst wieder dorsalwärts eine undeutliche Dreitheilung erkennen, so dass man an die Verhältnisse des Cephalothorax der Solpugiden erinnert wird. Das Abdomen besteht aus 10 Segmenten, von denen die 3 letzten viel schmäler und kleiner sind als die übrigen und eine Art Postabdomen darstellen, dessen letztes Segment einen langen, dünnen, gegliederten Schwanzfaden trägt. Bei den Tartariden zerfällt der Thorax durch eine deutliche ringförmige Einschnürung in einen vordern und einen hintern Abschnitt. Das Abdomen besteht aus 7 oder 8 Segmenten, an welche sich ein kurzes und kleines, stummelförmiges, aus wenigen (4) Seg-

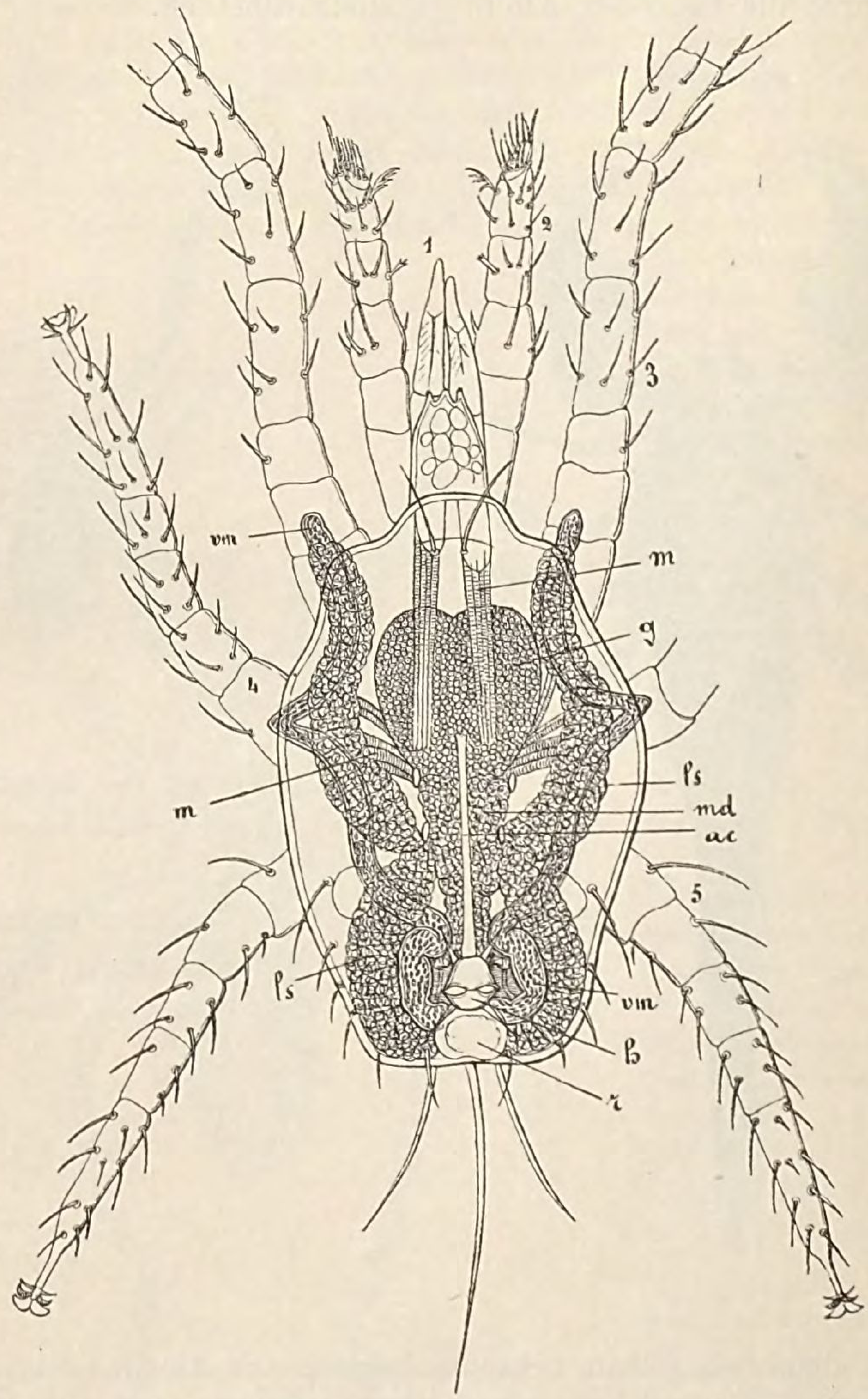


Fig. 362. **Larve von Gamasus fucorum** (nach Winkler). 1—5 Die 5 Extremitätenpaare der Larve (das sechste fehlt noch), 1 die Cheliceren = Mandibeln, 2 die Pedipalpen = Maxillen, *m* Muskeln, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *g* Gehirn = oberes Schlundganglion, *ls* Mitteldarmdivertikel (Leberschläuche), *md* Mitteldarm, *h* Herz, *ac* Aorta cephalica, *r* Rectalblase.

menten gebildetes Postabdomen anschliesst, das einen verschieden gestalteten Schwanzanhang trägt.

Bei den Pedipalpen ist der Cephalothorax ungegliedert. Das Abdomen besteht aus 12 (Thelyphonus) oder 11 (Phrynus) Segmenten. Bei Thelyphonus sind die 3 letzten Segmente sehr klein und eng und bilden eine Art Postabdomen, welches einen Afterfaden trägt.

Die Kopfbrust der in ihrem Habitus an die Scorpioniden erinnernden Chernetiden (Pseudoscorpioniden) ist ungegliedert oder dorsalwärts mit 2 Querfurchen. Das Abdomen besteht aus 11 (seltener 10) Segmenten. Praeabdomen und Postabdomen lassen sich nicht unterscheiden, und es fehlt sowohl ein Giftstachel als ein Schwanz- oder Afterfaden.

Die Kopfbrust der Phalangiden (mit Einschluss der Cyphophthalmiden) ist ungegliedert. Das bald deutlich, bald undeutlich gegliederte Abdomen sitzt der Kopfbrust in ihrer ganzen Breite an. Keine Sonderung des Abdomens in Praeabdomen und Postabdomen. Kein Schwanzfaden.

Bei den Araneiden (den echten Spinnen) ist sowohl die Kopfbrust als der Hinterleib ungegliedert. Beide sind durch eine tiefe Einschnürung von einander gesondert.

Bei den Acariden unterbleibt gewöhnlich sowohl die Gliederung als die Regionenbildung des Körperstammes. Mit Recht nimmt man an, dass bei ihnen der ungegliederte Körper aus der Verschmelzung einer ungegliederten Kopfbrust mit einem ungegliederten Abdomen hervorgegangen sei. Nur selten erscheint das gliedmaassenlose Abdomen von dem gliedmaassentragenden Cephalothorax deutlich abgegrenzt. Ein oft als „Kopf" abgesetzter, die Mundöffnung tragender vorderster Körpertheil kann gewiss nicht als ein ursprünglicher, d. h. von den Vorfahren überkommener Leibesabschnitt betrachtet werden. Auch ist es sehr unsicher, ob eine hier und da am Abdomen zu erkennende Ringelung irgend etwas mit einer wahren Segmentation zu thun hat.

Der Körper der parasitischen Linguatuliden ist langgestreckt, wurmähnlich, geringelt. Doch hat die Ringelung nichts mit einer wahren Gliederung oder Segmentirung zu thun.

B) Die Extremitäten.

Die Arachnoidea sind typisch mit 6 Extremitätenpaaren ausgestattet, die ausschliesslich der Kopfbrust angehören. Das Abdomen ist überall gliedmaassenlos.

Von den 6 Extremitätenpaaren wird das vorderste als Cheliceren (Oberkiefer, Kieferfühler, Klauenfühler), das zweite als Pedipalpen (Unterkiefer, Maxillen) bezeichnet. Die übrigen 4 Paare sind meist einander ähnlich gestaltet und dienen als Gangbeine zur Locomotion.

Das erste Extremitätenpaar. Die Cheliceren liegen vor und über dem Munde. Sie sind entweder drei- oder zweigliedrig und dienen zum Ergreifen, oft auch zum Tödten der Beute. Das Endglied ist klauenförmig. Die Cheliceren werden als Scheerenkiefer bezeichnet, wenn die Endklaue, wie am Scheerenfusse des Flusskrebses, gegen einen Fortsatz des vorhergehenden Gliedes bewegt werden kann; sie werden als Klauenkiefer bezeichnet, wenn die Endklaue einfach

gegen das vorhergehende Glied eingeschlagen werden kann, wie dies bei den Raubfüssen der Stomatopoden der Fall ist.

Das zweite Extremitätenpaar, die Pedipalpen oder Maxillen liegen zu beiden Seiten des Mundes und fungiren überall als Mundgliedmaassen, indem sie fast überall an ihrer Basis mit Kauladen ausgestattet sind. Die sonst frei gegen einander beweglichen Kauladen sind bei den Pedipalpen (Thelyphoniden), Cyphophthalmiden und Acarinen median verwachsen, und zwar in Anpassung an die Nahrungsaufnahme durch Saugen. Gegenüber der Kaulade wird der übrige Theil der zweiten Extremität als Palpus oder Taster bezeichnet. Der mehrgliedrige (ursprünglich sechsgliedrige) Palpus dient wohl überall als Tastorgan, kann aber daneben noch sehr verschiedene Funktionen übernehmen und dem entsprechend verschiedenartig umgestaltet sein. Bei den Scorpioniden, Chernetiden und bei manchen Milben endigt er scheerenförmig (Scheerentaster) und fungirt als Greiforgan. Bei den Pedipalpen endigt er als Klauentaster mit einer einschlagbaren Klaue. Die Taster der Phalangiden und vieler Acarinen tragen eine Endkralle. Bei den männlichen Araneiden ist das Endglied des Tasters zu einem Begattungsorgan umgewandelt. Die Taster der Solpugiden dienen, wie die hinter ihnen folgenden 4 Extremitätenpaare, zur Locomotion und sind diesen letzteren sehr ähnlich gestaltet. Das Gleiche gilt für die Microthelyphoniden, wo das den folgenden gleich gestaltete zweite Extremitätenpaar sogar der Kauladen entbehrt.

Das dritte Extremitätenpaar liegt hinter dem Munde, ist bei den meisten Arachnoiden den drei folgenden Beinpaaren ähnlich oder gleich und dient wie diese zur Locomotion. Bei Scorpioniden und Phalangiden ist das Basalglied mit einer Kaulade ausgestattet. Das dritte Extremitätenpaar ist bei den Pedipalpen abweichend gestaltet, lang und dünn, mit langem, geisselförmigem, geringeltem Endglied. Es dient hier wohl vorwiegend oder ausschliesslich zum Tasten.

Die Extremitäten des vierten, fünften und sechsten Paares sind im Allgemeinen gleichartig gestaltete, sechsgliedrige Locomotionsorgane. Bei den Scorponiden trägt auch das 4. Extremitätenpaar eine Kaulade.

Bei den Linguatuliden, die als durch Parasitismus degenerirte Arachnoidea betrachtet werden, sind die Gliedmaassen der Zahl und Form nach reducirt. Man findet nur 2 Paar Klammerhaken in der Nähe des Mundes. Für eine Vergleichung dieser Klammerhaken mit bestimmten Beinpaaren typischer Arachnoiden fehlen jedoch sichere Anhaltspunkte.

Die Homologien der Gliedmaassen der Arachnoidea mit denjenigen anderer Arthropoden sind schwer festzustellen. Vergleichen wir die Arachnoiden mit den Antennaten, und zwar speciell den Cephalothorax der erstern mit dem Kopf und den 3 vordern Rumpfsegmenten (Thorax) der letztern, so finden wir, dass die Arachnoiden ein Extremitätenpaar weniger als die Antennaten in der entsprechenden Region besitzen.

Bei den Solpugiden, deren dem Cephalothorax der übrigen Arachnoiden entsprechender Körperabschnitt in derselben Weise wie bei den Antennaten gegliedert ist, trägt der Kopf 3 Extremitätenpaare, nämlich die Cheliceren, Pedipalpen und das darauf folgende Gliedmaassenpaar. Jedes der 3 auf den Kopf folgenden Brustsegmente besitzt ein Gliedmaassenpaar. Da die Antennaten am Kopfe typisch 4 Gliedmaassenpaare, nämlich die Antennen,

Mandibeln, vordern und hintern Maxillen tragen, so ergiebt sich daraus — vorausgesetzt, dass der Kopf der Solpugiden wirklich demjenigen der Antennaten entspricht — dass das fehlende Gliedmaassenpaar dem Kopfe angehört. Verschiedene hauptsächlich ontogenetische Thatsachen lassen es nun wahrscheinlich erscheinen, dass es die Antennen der Antennaten sind, welche den Solpugiden und mithin den Arachnoiden fehlen, während die übrigen Gliedmaassen sich ihrer Reihenfolge nach entsprechen. In dieser Weise kämen wir zu folgenden Homologien zwischen Arachnoiden- und Antennatengliedmaassen.

	Antennata		Arachnoidea		
Kopf	Antennen	=	fehlen	Kopf der Solpugiden	Cephalothorax der Arachnoiden.
	Mandibeln	=	Cheliceren		
	Vordere Maxillen	=	Pedipalpen		
	Hintere Maxillen	=	3. Gliedmaassenpaar		
Vordere 3 Rumpfsegmente = Brust d. Insekten	erster Rumpffuss	=	viertes Gliedmaassenpaar	3 Brustsegmente der Solpugiden	
	zweiter Rumpffuss (Thoracalbeine der Insekten)	=	fünftes Gliedmaassenpaar		
	dritter Rumpffuss	=	sechstes Gliedmaassenpaar		

Wenn diese Homologien richtig sind, so zeigen vornehmlich die Cheliceren, dann aber auch die Pedipalpen und das 3. Extremitätenpaar der Arachnoidea sehr grosse Verschiedenheiten von den entsprechenden Kopfgliedmaassen der Antennaten: den Mandibeln, vordern und hintern Maxillen. Die Mandibeln sind bei den Antennaten nie gegliedert und die Maxillen nie in der Weise beinartig verlängert wie bei den Arachnoideen. Da es nun nicht denkbar ist, dass die reicher gegliederten vordern 3 Gliedmaassenpaare der Arachnoideen aus den reducirten und so sehr specialisirten Mundgliedmaassen der Antennaten hervorgegangen sind, so sind wir zu der Annahme gezwungen, dass, wenn überhaupt eine nähere Verwandtschaft zwischen beiden Gruppen besteht, die Arachnoiden sich von dem gemeinsamen Tracheatenstamme schon zu einer Zeit abgezweigt haben, wo die Mundgliedmaassen noch reich gegliedert und beinartig verlängert waren.

Das supponirte, vollständige Fehlen der Antennatenfühler bei den Arachnoideen oder Cheliceroten betreffend, müsste es auffallen, dass nicht einmal nachweisbare Rudimente von Antennen, auch, soviel wir wissen, nicht einmal vorübergehend, während der Entwickelung auftreten. Und doch müssen wir, mit Hinblick auf Peripatus, annehmen, dass die Vorfahren der Tracheaten gut ausgebildete Antennen besessen haben.

In neuerer Zeit hat man eifrig einer nahen Verwandtschaft der Arachnoiden, speciell der Scorpioniden, mit den fossilen Gigantostraken und mit den Xiphosuren das Wort gesprochen. Es lässt sich nicht leugnen, dass die 6 Paar Gliedmaassen des Scorpions mit den 6 Paar Gliedmaassen des Cephalothorax von Limulus eine grössere Uebereinstimmung zeigen als mit den Antennatengliedmaassen. Doch stehen der Annahme einer nähern Verwandtschaft zwischen Arachnoiden einerseits, Xiphosuren und Gigantostraken anderseits zur Zeit anderweitige ernstliche Bedenken entgegen.

Rudimente von Abdominalgliedmaassen bei Arachnoiden.

1. Bei verschiedenen Arachnoiden treten während der Embryonalentwickelung vorübergehend Rudimente von Abdominalgliedmaassen auf, und zwar 6 Paare an den vorderen 6 Abdominalsegmenten bei den Scor-

pioniden (Fig. 380, p. 557), 4 Paare bei Chernetiden und 4 Paare bei Araneiden (Fig. 381, p. 558). Wahrscheinlich werden sich solche Rudimente von Abdominalgliedmaassen auch bei den übrigen, auf ihre Entwickelung nicht näher untersuchten Arachnoiden während der embryonalen Entwickelungsperiode beobachten lassen.

2. Die Scorpioniden besitzen im erwachsenen Zustande jederseits an der Bauchseite des 2. Abdominalsegmentes ein kammförmiges Organ (Fig. 336 *k*), dessen Funktion noch nicht ganz sicher erkannt ist. Diese beiden „Kämme“ sollen aus den embryonalen Anlagen der Gliedmaassen des 2. Abdominalsegmentes hervorgehen.

3. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Spinnwarzen der Araneiden, die, 4 oder 6 der Zahl nach, am Hinterleibsende sich erheben, rudimentäre Abdominalgliedmaassen darstellen. Dafür spricht: a) der Umstand, dass sie meistens gegliedert sind, b) der Umstand, dass sie sich, wie neuerdings beobachtet wurde, aus embryonalen Anlagen von Abdominalgliedmaassen entwickeln, c) der Umstand, dass sie eben Spinnwarzen sind, d. h. dass an ihnen die Spinndrüsen ausmünden. — Man vergleiche die Abschnitte über die Coxal- und Spinndrüsen der Protracheaten und Antennaten und erinnere sich besonders der Schleimpapillen von Peripatus und der Spinngriffel von Scolopendrella. Der Annahme, dass auch die Spinnwärzchen der Cyphophthalmidengattung Gibbocellum rudimentäre Gliedmaassen darstellen, stehen deshalb Schwierigkeiten im Wege, weil die beiden Wärzchenpaare an einem und demselben, nämlich am 2. Abdominalsegment liegen.

Das Vorkommen rudimentärer Abdominalgliedmaassen bei Arachnoiden beweist, dass die Vorfahren dieser Thiere Extremitäten am Abdomen (wenigstens an 6 Abdominalsegmenten) besessen haben.

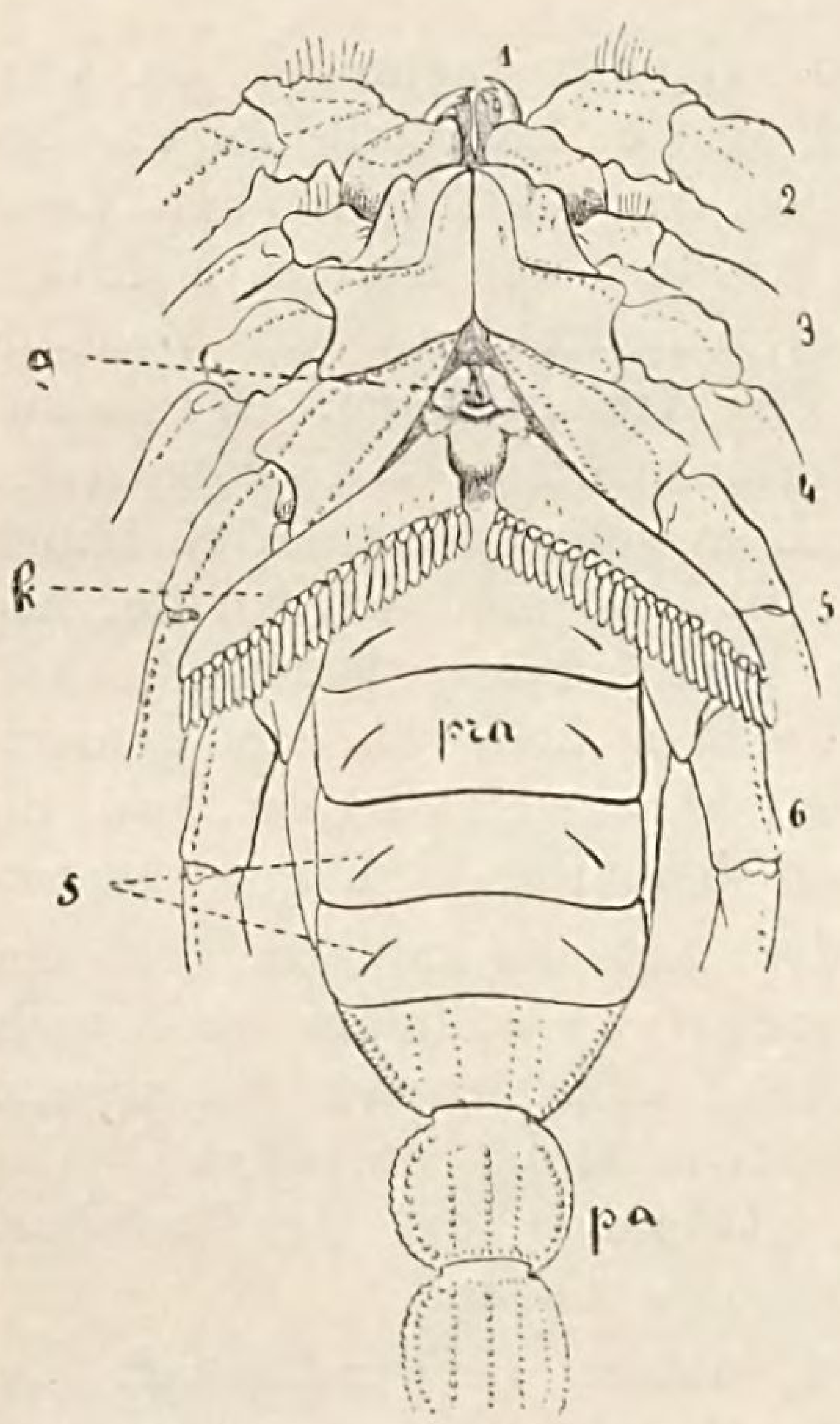


Fig. 363. **Buthus occitanus** (Règne animal). Cephalothorax, Praeabdomen (*pra*) und die ersten Segmente des Postabdomens (*pa*) von der Bauchseite. Gliedmaassen (1—6) nicht ausgezeichnet. 1 Cheliceren, 2 Pedipalpen (Kiefertaster, Scheerentaster), *g* Geschlechtsöffnung, *s* Stigmen, *k* Kämme.

II. Das Nervensystem.

Die Gliederung des Körperstammes spiegelt sich in der Gliederung des Nervensystems wieder. Entsprechend der reichen Gliederung des Körpers der Scorpioniden weist auch das Bauchmark bei diesen Arachnoiden die grösste Zahl von Knoten auf, während bei den Araneiden und Acariden die Concentration den Höhepunkt erreicht. Es handelt sich, wie bei anderen Arthropoden, um Verlagerungen, Verschmelzungen und auch um Reduktionen ursprünglich gesonderter, sich segmental wiederholender Ganglienpaare, und diese Vorgänge lassen sich während der ontogenetischen Entwickelung direkt beobachten.

Das Gehirn steht mit dem Bauchmark durch eine kurze Schlundcommissur in Verbindung. Aus ihm entspringen die Augennerven und meist auch die Nerven der Cheliceren. Die Thatsache, dass die Cheliceren vom Gehirn aus innervirt werden, scheint gegen die Annahme zu sprechen, dass sie den Mandibeln der Antennaten homolog seien, die überall ihre Nerven vom unteren Schlundganglion beziehen. Doch zeigt die Entwickelungsgeschichte, dass derjenige, oft beim erwachsenen Thier noch deutlich gesonderte Gehirnabschnitt, von welchem die Nerven der Cheliceren entspringen, beim Embryo als erstes postorales Ganglienpaar angelegt wird, dann später sich an der Bildung der Schlundcommissur betheiligt oder gar mit der Ganglienanlage des Segmentes der Scheitellappen, d. h. mit der Anlage des eigentlichen Gehirnes, verschmilzt. Es handelt sich hier offenbar um ähnliche Vorgänge, wie bei der Verschmelzung des Ganglienpaares der hintern Antennen mit dem Gehirnin der Classe der Crustaceen. — Bei Phalangiden sollen indessen die Nerven der Cheliceren, im Gegensatz zu den übrigen Arachnoiden, aus dem vordern Theil des grossen Thoracalknotens entspringen. Eine ähnliche Beobachtung ist neuerdings bei Acarinen, und zwar bei Gamasiden, gemacht worden, wo „die Mandibelnerven aus zwei kugelförmigen Ganglienmassen des untern Schlundganglions entspringen und das obere Schlundganglion durchbohren“.

Was das Bauchmark der Arachnoiden anbetrifft, so verschmelzen überall, auch bei den am reichsten gegliederten Scorpioniden und Solpugiden, nicht nur alle Ganglien des Cephalothorax, sondern auch eine Anzahl vorderer Abdominalganglien zu einer grossen thoracalen Ganglienmasse, aus welcher die Nerven für die 2. bis 6. Extremität und für die vordern Abdominalsegmente entspringen. Im Abdomen können sich mehrere Ganglien gesondert erhalten (Scorpioniden) (Fig. 364), oder es findet sich nur ein Ganglion oder zwei Ganglien (Thelyphoniden, Fig. 365, Solpugiden, Chernetiden, Phalangiden, Mygaliden unter den Araneiden) (Fig. 375, p. 549). Bei den dipneumonen Araneiden und den Acariden (Fig. 366) hingegen stellt das gesammte Centralnervensystem, Gehirn und Bauchmark, eine einzige, vom Oesophagus durchbohrte Masse dar, deren hinter

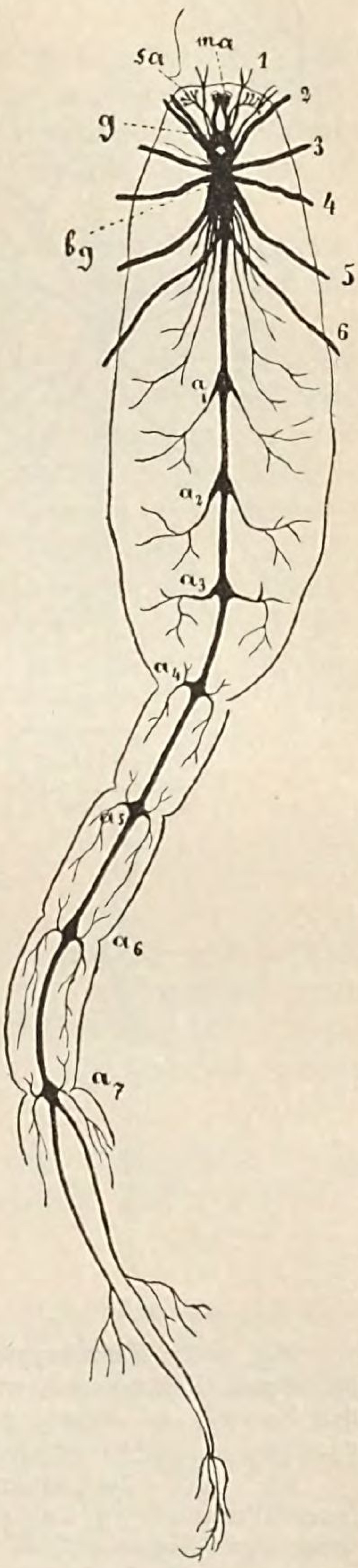


Fig. 364. **Nervensystem des Scorpions** (nach NEWPORT). 1—6 Nerven der 6 Gliedmaassenpaare, *ma* Mittelaugen, *sa* Seitenaugen, *g* Gehirn, *bg* grosse untere Schlundganglienmasse, a_1—a_7 Ganglien des Abdomens.

dem Schlunde gelagerte, grössere Theil das gesammte verschmolzene Bauchmark darstellt, von dem die Nerven sternförmig ausstrahlen.

Fig. 365.

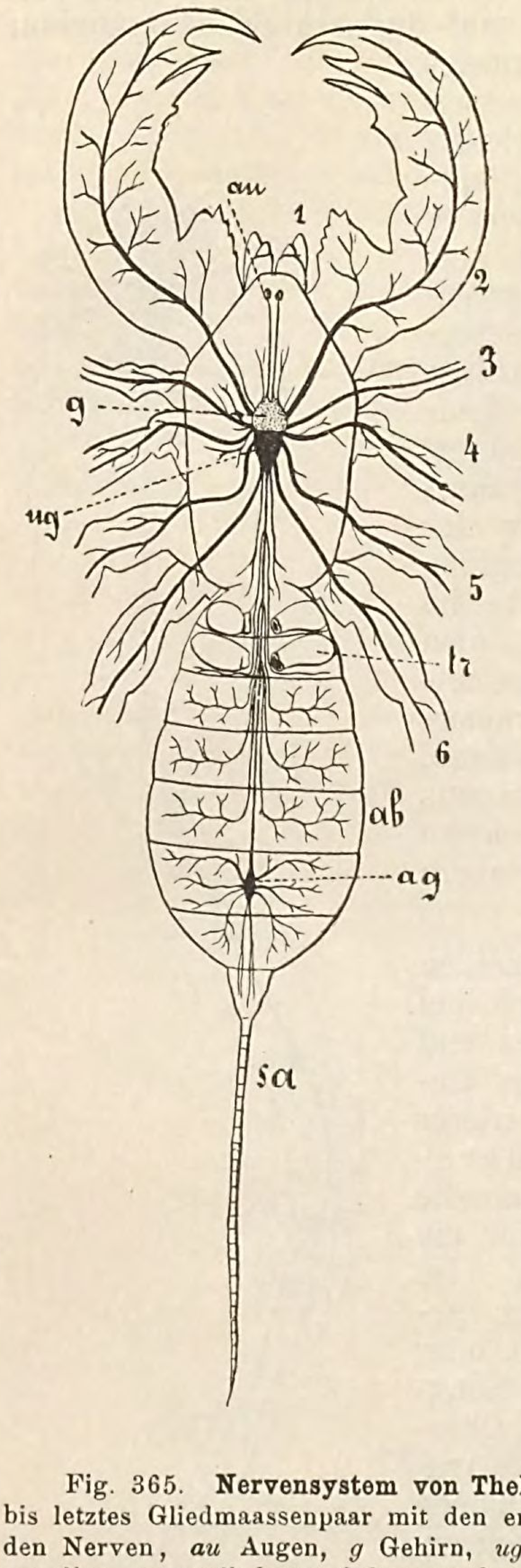


Fig. 366.

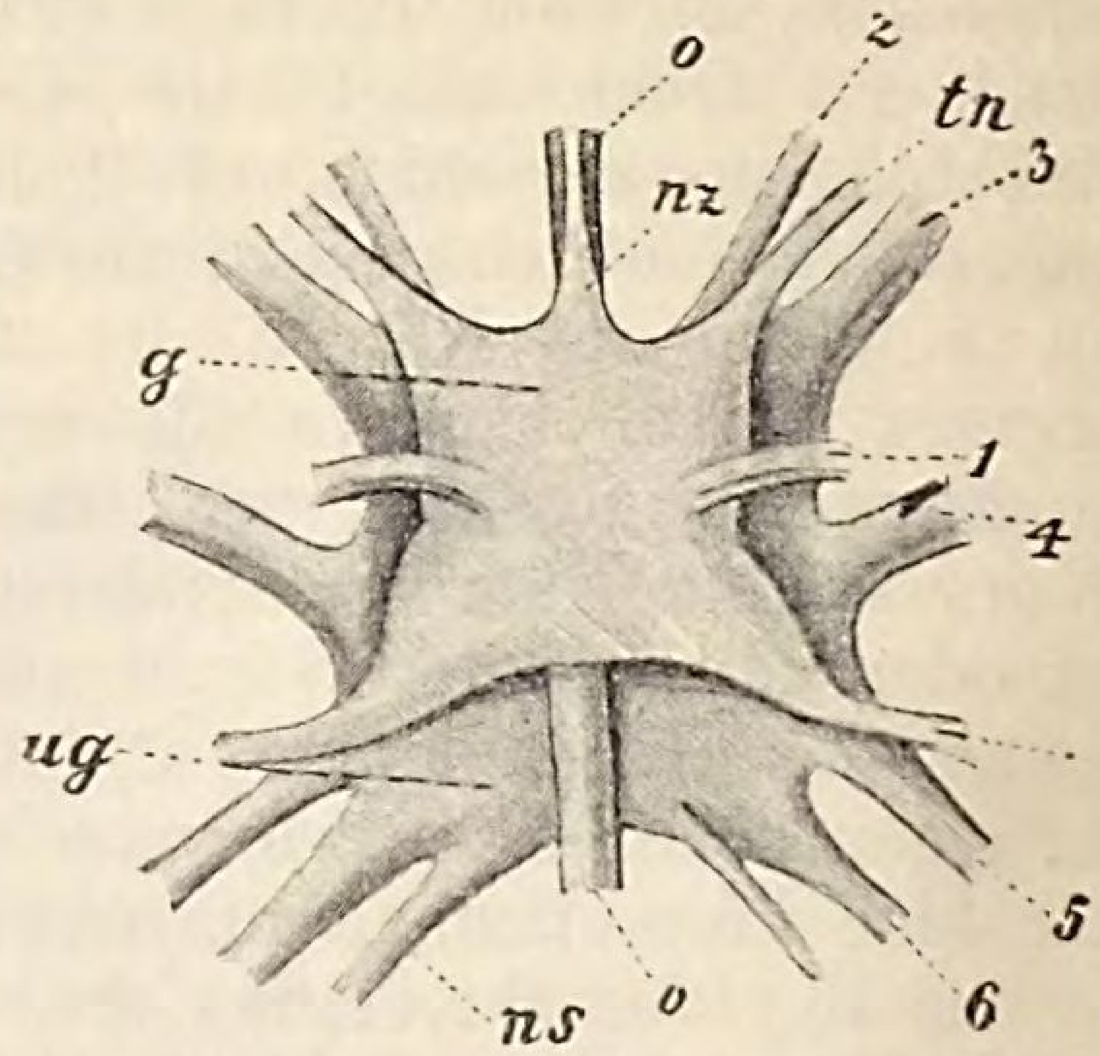


Fig. 367.

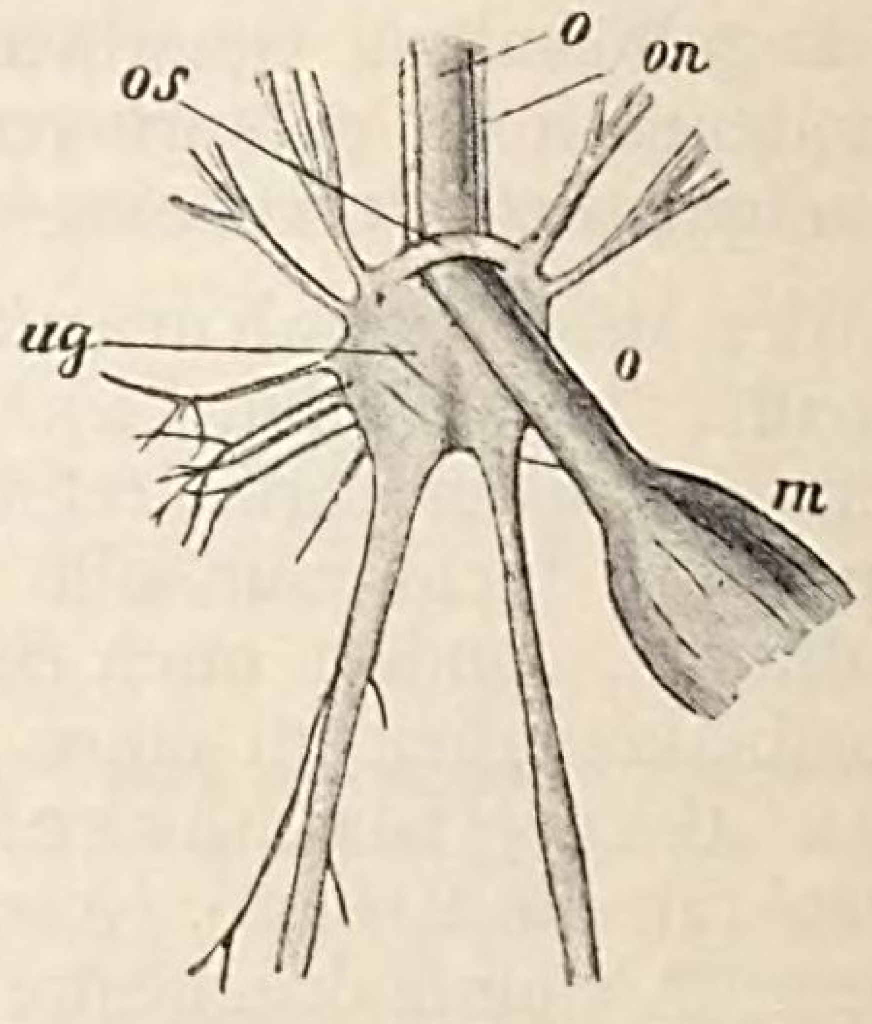


Fig. 365. **Nervensystem von Thelyphonus caudatus** (nach Blanchard). 1—6 Erstes bis letztes Gliedmaassenpaar mit den entsprechenden von der Brustganglienmasse kommenden Nerven, *au* Augen, *g* Gehirn, *ug* Brustganglienmasse, *ab* Abdomen, *ag* Abdominalganglion, *sa* gegliederter Schwanzanhang.

Fig. 366. **Centralnervensystem (Brustganglienmasse) von Gamasus**, schematisch (nach Winkler). *g* Ueber dem Oesophagus (*o*) liegender Theil (Gehirn), *ug* unter dem Oesophagus liegender Theil (untere Schlundganglienmasse), 1—6 Nerven der 6 Gliedmaassenpaare, 1 der Cheliceren (Mandibeln), 2 der Pedipalpen (Maxillen), *nz* Zungennerv, *ns* Eingeweidenerv, *tn* Nerv des Maxillartasters.

Fig. 367. **Nervensystem von Pentastomum taenioides** (nach R. Leuckart). *o* Oesophagus, *m* Anfangstheil des Chylusmagens, *on* Schlundnerven, *os* über dem Schlunde verlaufender Schlundring, *ug* untere Schlundganglienmasse.

Der Schwund einer gegliederten abdominalen Ganglienkette bei den Arachnoiden kann durch verschiedene, zusammenwirkende Faktoren hervorgerufen werden: 1) durch eine Verlagerung der abdominalen Ganglienknoten nach vorn und Verschmelzung derselben mit dem Thoracalknoten; 2) durch Verschmelzung mehrerer abdominalen Ganglien zu einem oder zu zwei abdominalen Knoten; 3) vielleicht auch durch Aufgehen der Ganglien in den das Abdomen durchziehenden paarigen oder äusserlich unpaaren Nervenstamm, und 4) durch Concentration des gesammten Bauchmarks in einer einzigen Brustganglienmasse.

Bei den Scorpioniden, wo das Nervensystem im Abdomen noch am reichsten gegliedert ist, weist dasselbe 7 abdominale Ganglienknoten auf, 3 praeabdominale, 3 postabdominale und einen an der Grenze zwischen Prae- und Postabdomen, von dem man noch nicht sicher weiss, ob er zu ersterem oder zu letzterem gehört.

Die Längscommissuren des Arachnoiden-Bauchmarks sind fast überall, wo sie unterscheidbar sind, in der Mittellinie zu einem äusserlich einheitlichen medianen Längsstrang verschmolzen.

Stark reducirt ist das Nervensystem der endoparasitisch lebenden Linguatuliden (Fig. 367). Es beschränkt sich auf eine unter dem Schlunde gelegene Ganglienmasse und eine den Schlund umgreifende, wie es scheint, doppelte Commissur, an welcher sich keine besondere Gehirnanschwellung nachweisen lässt. Diese starke Reduktion des Gehirntheiles ist wohl in erster Linie eine Folge der Rückbildung der Augen.

Ein sympathisches Nervensystem ist bei verschiedenen Arachnoiden (Scorpioniden, Araneiden, Acariden) nachgewiesen worden und besteht aus einem unpaaren, am Schlund und Magen verlaufenden Nerven, der durch paarige Nerven mit dem Gehirn in Verbinduug steht. Auch mit dem Bauchmark zusammenhängende Ganglien sind als einem sympathischen Nervensystem angehörig beschrieben worden.

III. Die Augen.

Die meisten Arachnoiden besitzen Augen. Diese sind unicorneal und, mit Ausnahme der Mittelaugen des Scorpions, im ganzen und grossen nach dem Typus der Ocellen der Antennaten gebaut. Fast immer zieht eine Fortsetzung der Hypodermis als sogenannter Glaskörper unter der Cuticularlinse hinweg.

Zahl und Lage der Augen. Die Augen der Arachnoiden sind Sitzaugen und liegen zu 2 bis 12 symmetrisch vertheilt auf der Oberseite des Cephalothorax.

Solpugidea: zwei grosse Ocellen auf einem gemeinsamen Höcker. Scorpionidea: 2—6 Paar Augen, von denen ein Paar, die grossen „Mittelaugen", in der Mitte, die übrigen am vordern Rande des Cephalothorax liegen. Chernetidea: 0, 1 oder 2 Paar Augen. Pedipalpi: 4 Paar Augen, von denen 2 grössere in der Mitte und 3 am Vorderrande des Cephalothorax liegen. Phalangidea: gewöhnlich ein Augenpaar in der Mitte des Cephalothorax auf einer Erhebung. Bei Cyphophthalmus jederseits an der Kopfbrust ein Auge auf einem Höcker, bei Gibbocellum jederseits 2 Augen am Rande der Kopfbrust, ein jedes auf einem Höcker. Araneidea: gewöhnlich 8, seltener 6 oder weniger Augen, symmetrisch, meist in 2 Querreihen, auf dem Cephalothorax angeordnet.

Specielle Anordnung systematisch werthvoll. Acarina: Augen 0 oder in 1 bis 2 Paaren vorhanden. Linguatulidea: Augen fehlen.

Der Bau der Mittelaugen der Scorpioniden (Fig. 368). Das Mittelauge des Scorpions nimmt seiner Struktur nach eine vermittelnde Stellung ein zwischen einem einfachen Auge (Ocellus) und einem zusammengesetzten oder Facettenauge. Mit dem Ocellus stimmt es darin überein, dass es eine einzige cuticulare Cornealinse besitzt, mit dem Facettenauge hat es das gemein, dass seine Retinazellen (diese Zellen im Sinne Grenacher's aufgefasst) in Gruppen, sogenannten Retinulae, zusammenstehen.

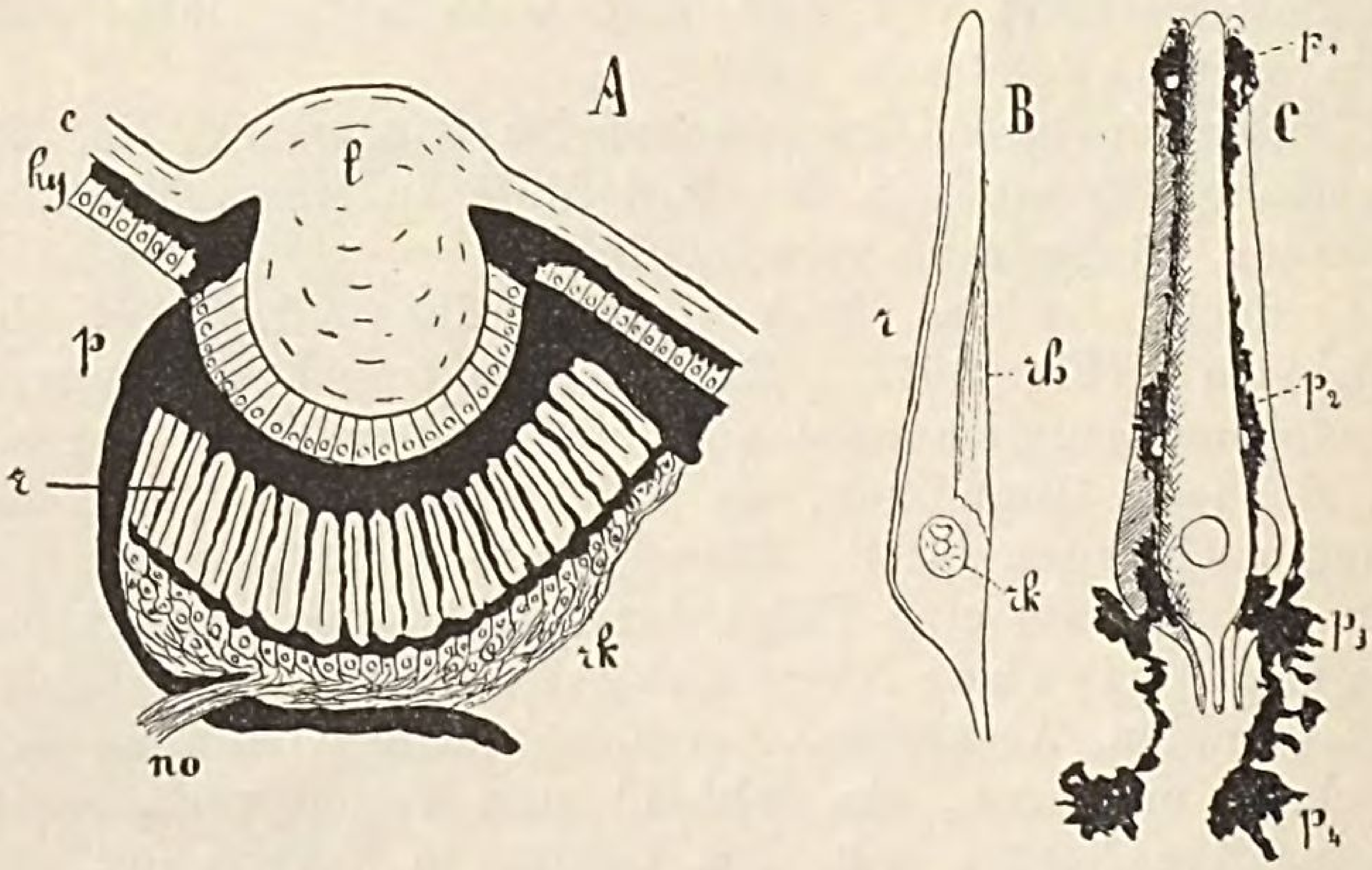


Fig. 368. *A* Schnitt durch ein **Mittelauge von Euscorpius italicus** (nach Carrière). *c* Chitinpanzer, *l* Chitinlinse, *hy* Hypodermis, die sich als sogenannter Glaskörper unter der Chitinlinse fortsetzt, *p* Pigmentzellen, *r* Retinulae, *rk* die proximalen kernführenden Theile der Retinulae, *no* Augennerv. *B* Eine einzelne Retinulazelle (*r*) mit dem Rhabdomer (*rh*) und dem Kerne (*k*). *C* Eine Retinula mit den Pigmentzellen p_1, p_2, p_3, p_4. (*B* und *C* nach Ray Lankester.)

Unter der Cuticularlinse liegt als Fortsetzung der Körperhypodermis eine Epithelschicht, welche die Matrix der Linse darstellt und als Glaskörper bezeichnet wird. Unter dem Glaskörper liegt die Schicht der Retinulae. Jede Retinula ist von der benachbarten durch Pigmentzellen getrennt und besteht aus 5 Retinazellen. Zu jeder Retinazelle gehört ein Rhabdomer. Die 5 Rhabdomere verschmelzen in der Achse der Retinula zu einem Rhabdom.

VI. Auf der äussern Haut ausmündende Drüsen.

Man kennt bei den Arachnoiden sehr viele Arten von Drüsen, welche an der äussern Haut ausmünden. Viele von ihnen sind ungenügend bekannt, besonders was die Beschaffenheit und physiologische Bedeutung ihres Sekretes anbetrifft. Wir wollen die verschiedenen Drüsenarten in zwei Hauptgruppen eintheilen: 1) in solche, die an Gliedmaassen ausmünden, und 2) in solche, deren Ausführungsgänge keine Beziehungen zu Gliedmaassen erkennen lassen.

1) An Gliedmaassen ausmündende Drüsen. Zu diesen rechnen wir in erster Linie die Spinndrüsen der Araneiden, da

die 2 oder 3 Paar Spinnwarzen, an denen sie ausmünden, sehr wahrscheinlich rudimentäre Abdominalgliedmaassen sind. Es finden sich jederseits mehrere verschiedenartig gebaute Spinndrüsen, deren an der Luft erhärtendes Sekret zur Herstellung der verschiedenen Spinngewebe dient. Unter diesen verschiedenen Drüsenpaaren giebt es ein Paar, welches nur beim Weibchen vorzukommen und zum Spinnen der Ei-Cocons zu dienen scheint. Unmittelbar vor dem vordern Spinnwarzenpaar findet sich bei einigen Araneiden ein paariges Drüsenfeld, das sogenannte Cribrellum, auf welchem ausserordentlich zahlreiche Spinndrüsen durch feine Poren ausmünden. Vielleicht stellt auch das Cribrellum den letzten Rest eines weitern (4.) abdominalen Gliedmaassenpaares dar.

Die Spinndrüsen der Araneiden sind wohl mit Recht zu der Kategorie jener verschiedenartig entwickelten Hautdrüsen gerechnet worden, welche (Coxaldrüsen, Spinndrüsen, ausstülpbare Bläschen) in letzter Linie auf die segmentalen Borstendrüsen der Annelidenparapodien zurückgeführt werden müssen.

Bei der Cyphophthalmiden-Gattung Gibbocellum finden sich jederseits auf der Bauchseite des 2. Abdominalsegmentes 2 Spinnwärzchen, an welchen mehrere Spinndrüsen ausmünden.

Drüsen, welche an den 4 Paaren von Gangbeinen (entweder an einem oder an mehreren) der Arachnoiden ausmünden, sind vielfach beobachtet worden. Eine grosse Drüsse findet sich jederseits im Cephalothorax der Scorpioniden. Sie mündet, wenigstens beim Embryo und bei jungen Thieren, am Hüftglied des 3. Gangbeinpaares. Am 1. und 2. Beinpaar finden sich an der Stelle, wo am 3. die Mündung liegt, Ausbuchtungen, so dass der Gedanke naheliegt, dass an diesen Beinpaaren einst ebenfalls Drüsenmündungen vorhanden gewesen sind. Bei erwachsenen Thieren gelingt der Nachweis der äussern Mündungen dieser „Coxaldrüsen" gewöhnlich nicht.

Aehnliche Drüsen mit ebenfalls an den Hüften des dritten Beinpaares liegenden Mündungen besitzen auch die Araneiden, und zwar sowohl die Tetrapneumonen (Mygale, Atypus) als manche Dipneumonen. Auch hier ist der Nachweis der äussern Oeffnung beim erwachsenen Thiere oft schwer, und auch hier können sich an andern als an dem 3. Beinpaare Spalten vorfinden, welche mit der Drüsenöffnung des 3. Beinpaares der Lage nach übereinstimmen.

Die Thatsache, dass die Coxaldrüsen der Scorpioniden und Araneiden in Lage, Bau und Ausmündungsweise (am 3. Gangfusspaar, d. h. am 5. Extremitätenpaar) mit den Coxaldrüsen der Xiphosuren eine unverkennbare Aehnlichkeit haben, wird als weiteres Argument für die Verwandtschaft der Xiphosuren und Arachnoiden verwerthet.

Auch bei Solpugiden und Phalangiden sollen Coxaldrüsen, und zwar hier an der Basis des letzten Beinpaares, vorkommen. Ihre Ausführungsgänge wurden indess nicht beobachtet. Es fehlt auch nicht an Angaben über das Vorkommen von Coxaldrüsen bei Acariden. Bei Oribatiden z. B. liegen sie an der Basis des 2. Beinpaares, bei Gamasiden, wie es scheint, zwischen den Hüftmuskeln aller Beine. Ob gewisse stigmenartige Poren in der Nähe der Basis des 1. Beinpaares bei Halacariden zu Coxaldrüsen gehören, bleibt noch zu ermitteln. Bei Trombidium mündet am Endglied eines jeden Beines eine in diesem Endglied selbst liegende Drüse aus.

Drüsen der Pedipalpen (des 2. Extremitätenpaares) sind bei verschiedenen Arachnoiden (Atypus und andere Araneiden, Solpugiden,

Scorpioniden, Phalangiden, Tetranychus unter den Acariden) beobachtet worden. Sie werden ziemlich willkürlich theilweise als Speicheldrüsen, theilweise (Galeodes) als Giftdrüsen, theilweise als Spinndrüsen (Tetranychus) gedeutet.

Drüsen, die an den Cheliceren münden, finden sich ebenfalls ziemlich verbreitet. Am bekanntesten und am besten untersucht sind die Giftdrüsen der Araneiden, die meist im Cephalothorax liegen, oft aber zum Theil in die Cheliceren hineinragen und immer an der Endklaue der Cheliceren nach aussen münden. Auch bei Gamasiden finden sich Drüsen an der Basis der Cheliceren. Nach neuern Beobachtungen sollen die Gespinnste, welche die Pseudoscorpioniden anfertigen, von im Cephalothorax liegenden Drüsen erzeugt werden, deren Ausführungsgänge in die Cheliceren eindringen und am Endglied derselben ausmünden. Frühere Beobachter hatten die Spinndrüsen und ihre Oeffnungen als an der Bauchseite des ersten Abdominalsegmentes befindlich angegeben. Bei den Linguatuliden finden sich Drüsen, welche an der Basis der 4 Klammerhaken ausmünden.

Es zeigt sich somit bei den Arachnoiden ein auffallender Reichthum an Beindrüsen. Es wird wahrscheinlich bei genauerer Untersuchung dieser Reichthum noch grösser erscheinen, und es dürfte sich vielleicht herausstellen, dass viele dieser Drüsen, hauptsächlich die an den Hüftgliedern der Extremitäten ausmündenden, ebensogut in die Kategorie der segmentalen, den Borstendrüsen der Anneliden homologen Coxaldrüsen gehören, wie die Spinndrüsen der Araneiden.

2) Drüsen, die nicht im Bereiche von Gliedmaassen ausmünden. Hierher gehören die an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche durch Poren in der Chitincuticula ausmündenden Hautdrüsen, die in verschiedenen Abtheilungen, besonders häufig aber bei Milben und Linguatuliden beobachtet und theilweise als Oeldrüsen, Stigmendrüsen, Stinkdrüsen u. s. w. bezeichnet worden sind. Auch die Giftdrüse des Scorpions gehört hierher. Sie ist paarig, liegt in dem blasig angeschwollenen Endsegment des Postabdomens und mündet mit zwei getrennten Oeffnungen an der Spitze des Giftstachels, mit dem das Endsegment bewaffnet ist, nach aussen. Bei Phalangiden und Cyphophthalmiden (Gibbocellum) findet sich im Cephalothorax ein Drüsenpaar (die sogenannten Krohn'schen Drüsen), dessen beide Ausführungsgänge durch 2 Oeffnungen an der Rückenseite des Cephalothorax ausmünden sollen.

V. Der Darmkanal

nimmt im Allgemeinen einen gestreckten Verlauf durch den Körper. Man kann an ihm wieder die bekannten drei Abtheilungen: Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm, unterscheiden. Vorderdarm. Auf den Mund oder die Mundhöhle folgt der musculöse Pharynx, welcher meist als Saugpumpe fungirt, indem er durch besondere, sich an ihn ansetzende Muskelgruppen erweitert und durch Ringmuskeln verengert werden kann. Der Pharynx geht in den engen Oesophagus oder die Schlundröhre über. Diese tritt durch den Schlundring hindurch und mündet in den Mitteldarm ein. Vor dem Uebergang in letzteren schwillt er bei den Araneiden noch zu einem besonderen Saugmagen an. Der Mitteldarm bildet den weitaus grössten Theil des Darmes. Er zeigt bei den Arachnoiden in sehr hohem Maasse die

Tendenz, blindsackförmige Ausstülpungen zu bilden, welche alle übrigen Eingeweide zusammengenommen an Umfang und Masse übertreffen. Wo am Körperstamm Cephalothorax und Abdomen deutlich gesondert sind, können sich diese Ausstülpungen in beiden Leibesregionen wiederholen. Die ganze Masse des Mitteldarmes mit seinen Ausstülpungen stellt den verdauenden Chylusmagen dar und besitzt drüsige Wandungen. Die flüssige Nahrung gelangt bis an die letzten Enden der Magenausstülpungen, die man mit Unrecht schlechthin als Leberschläuche bezeichnet hat.

Fig. 369.

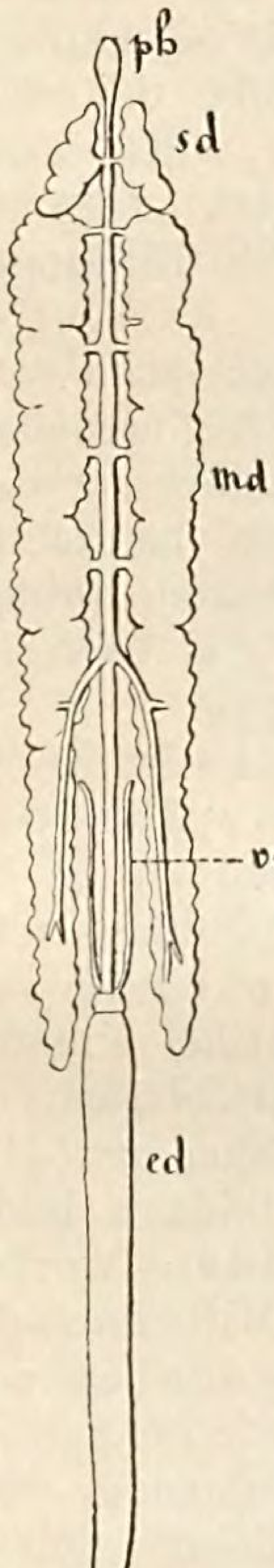


Fig. 370.

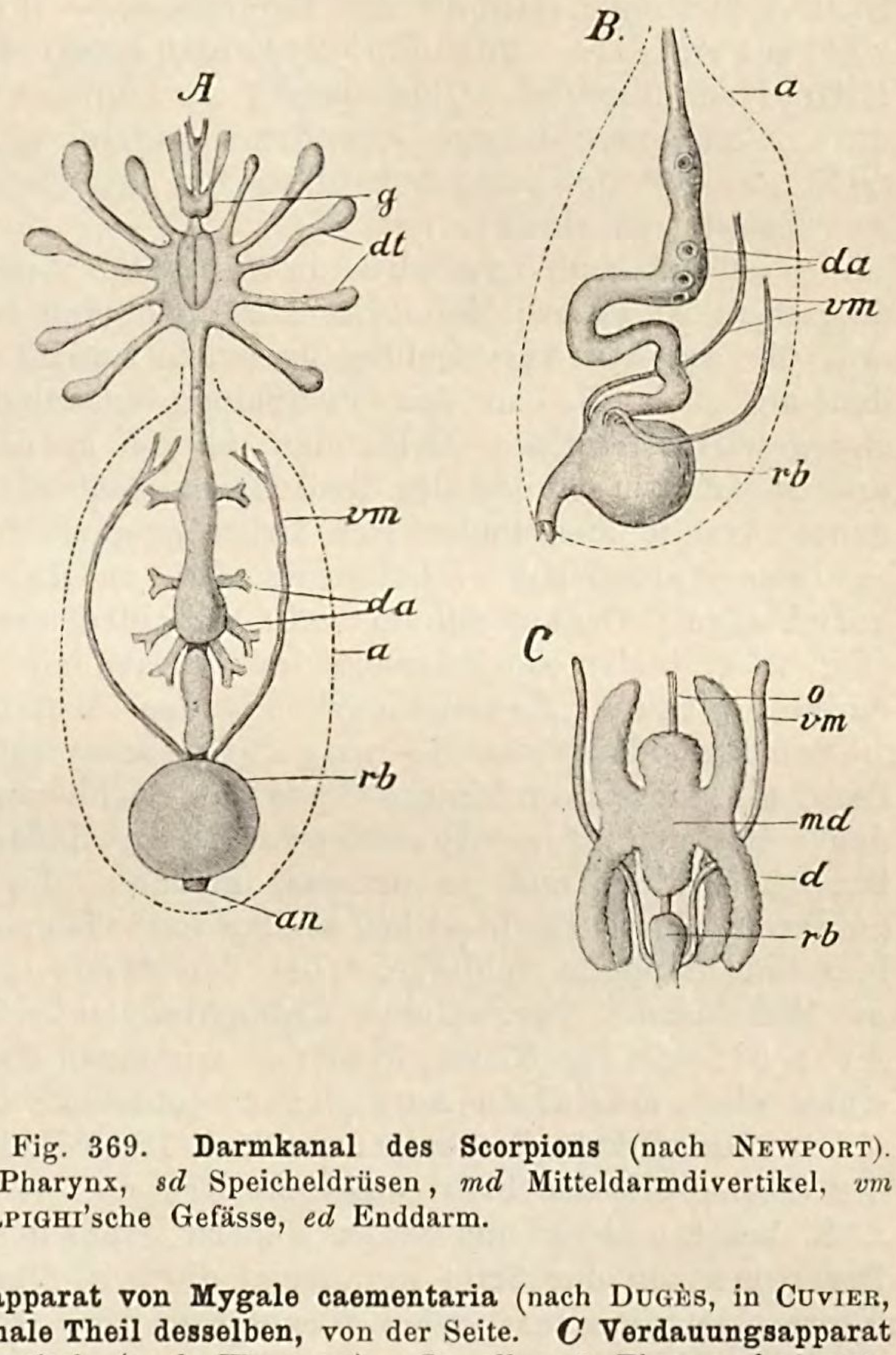


Fig. 369. **Darmkanal des Scorpions** (nach Newport). *ph* Pharynx, *sd* Speicheldrüsen, *md* Mitteldarmdivertikel, *vm* Malpighi'sche Gefässe, *ed* Enddarm.

Fig. 370. ***A*** **Verdauungsapparat von Mygale caementaria** (nach Dugès, in Cuvier, Règne animal). ***B*** **Der abdominale Theil desselben,** von der Seite. ***C*** **Verdauungsapparat eines Gamasus (Milbe),** schematisch (nach Winkler). In allen 3 Figuren bedeutet: *g* Gehirn, *dt* Darmdivertikel des Thorax, *da* Darmdivertikel (Leber) des Abdomens, nur die Mündungen in den abdominalen Mitteldarm gezeichnet, *md* Mitteldarmdivertikel von Gamasus. *vm* Malpighi'sche Gefässe, *rb* Rectalblase (Kloake), in welche sowohl der Darm als die Malpighi'schen Gefässe einmünden.

Der Enddarm ist gewöhnlich sehr kurz. Er mündet durch die ventral am hinteren Körperende gelegene Afteröffnung nach aussen. In den Enddarm münden schlauchförmige Exkretionsorgane, welche den Malpighi'schen Gefässen der Antennaten

entsprechen. Sie sind meist in einem Paare, seltener in mehreren Paaren vorhanden. Bei Acarinen findet sich häufig ein unpaarer Exkretionsschlauch.

Der Umstand, dass die Arachnoidea gleich den Antennaten MALPIGHI'sche Gefässe besitzen, welche den Krebsen und auch den Xiphosuren und Pycnogoniden fehlen, ist sehr wichtig für die Beurtheilung der systematischen Stellung der Arachnoiden.

Die dorsale Wand des Enddarmes ist häufig in Form einer musculösen Blase ausgebuchtet. Es sieht dann so aus, als ob die MALPIGHI'schen Gefässe einerseits, der Mitteldarm anderseits in eine gemeinsame Endblase einmünden, und zwar nicht an deren blindem Ende, sondern nahe ihrer äusseren Mündung, d. h. der Afteröffnung. In der Struktur ihrer Wandungen stimmt die Rectalblase — die oft auch als Kloake bezeichnet wird — mit den MALPIGHI'schen Gefässen, nicht mit dem Mitteldarm überein. Dies spricht zu Gunsten der Ansicht, dass auch die Exkretionsschläuche der Arachnoiden, gleich den MALPIGHI'schen Gefässen der Insekten, Ausstülpungen des Enddarmes, mithin Bildungen des Ectoderms sind.

Vielfach sind Speicheldrüsen bei Arachnoiden beschrieben worden, doch ist unsere Kenntniss derselben eine sehr mangelhafte, besonders was die Art der Ausmündung derselben betrifft. Als Speicheldrüsen werden oft auch die an den Pedipalpen ausmündenden Drüsen betrachtet. Bei gewissen Acarinen (Oribatiden) ist ein an der Grenze zwischen Vorder- und Mitteldarm mündendes Drüsenpaar beobachtet worden. Bei verschiedenen Arachnoiden finden sich Drüsengruppen in der Oberlippe.

Das anatomische Verhalten der Mitteldarmdivertikel ist in den verschiedenen Ordnungen ein recht verschiedenes. Bei den Scorpioniden (Fig. 369) bilden sie jederseits im Praeabdomen eine 5-lappige Masse, die durch 5 Kanäle („Lebergänge") mit dem Mitteldarm in Verbindung steht. In den Mitteldarm von Solpuga (Galeodes) sollen sowohl an seinem vordern, als an seinem hintern Ende zahlreiche verästelte Divertikel einmünden. Bei den Pseudoscorpioniden finden sich 3 Mitteldarmdivertikel, 2 seitliche und ein unteres, unpaares. Die beiden seitlichen zerfallen an ihrem Aussenrande selbst wieder in 8 Lappen. Der Mitteldarm bildet hier eine doppelte Schlinge. Bei den Microthelyphoniden wurden am Mitteldarm 5 Paar seichte Ausbuchtungen beobachtet. Am Mitteldarm der Araneiden (Fig. 370 A, B) müssen wir einen cephalothoracalen und einen abdominalen Abschnitt unterscheiden. Der erstere hat oft 5 Paar Divertikel. Die beiden vordern Divertikel können mit einander über der Sternalseite der Brust anastomosiren und so einen Ring bilden. Oft — z. B. bei Epeira und vielen andern Araneiden — biegen die lateralen Divertikel von der Seite her gegen die Mittellinie des Körpers unter das Thoracalganglion um, geben aber vorher je einen blinden Ast in das Coxalglied der Gliedmaassen ab. Bei Atypus besitzt der thoracale Theil des Mitteldarmes nur 3 Paar Divertikel, das vorderste Paar derselben bildet keinen Ring.

Im vordern Theile des Hinterleibes der Spinnen bildet der hier etwas erweiterte Mitteldarm eine beträchtliche Zahl kleinerer und grösserer, vielfach sich verästelnder Ausstülpungen, die durch Bindegewebe zu der Masse der fälschlich sogenannten „Leber" verbunden werden. Dadurch, dass in einem Theil der Zellen dieser Divertikel gefärbte Sekrete vorkommen, unterscheiden sie sich von den nicht gefärbten Divertikeln des cephalothoracalen Mitteldarmes.

Der Mitteldarm der Phalangiden stellt eine ziemlich geräumige Tasche dar, die seitlich und oben von zahlreichen (30) Blindschläuchen bedeckt ist. Diese Blindschläuche münden durch 6 seitliche und ein vorderes Paar Oeffnungen in den Mitteldarm.

Auch der Mitteldarm der Acarinen (Fig. 370 C) weist kürzere oder längere Ausbuchtungen, Ausstülpungen oder Blindsäcke auf, deren Zahl wechselt. Oft finden sich 2 oder 3 Paare.

Der Mitteldarm der Linguatuliden ist ein gestrecktes Rohr ohne Ausstülpungen oder Divertikel.

Die MALPIGHI'schen Gefässe. Bei Scorpioniden münden 2 MALPIGHI'sche Gefässe in den Endnarm. Bei einer Art (Sc. occitanus) sollen 4 Gefässe vorkommen, von denen 2 verästelt sind. Bei Araneiden bestehen die MALPIGHI'schen Gefässe aus vielfach verzweigten und anastomosirenden feinen Gefässen, die sich schliesslich jederseits zu zwei Sammelgängen vereinigen. Die beiden Sammelgänge der einen Seite münden mit einem gemeinsamen Endstück in die Rectalblase ein.

Die früher als MALPIGHI'sche Gefässe gedeuteten Röhren der Phalangiden sollen nach neueren Untersuchungen am Munde ausmünden. In diesem Falle können sie natürlich nicht als MALPIGHI'sche Gefässe betrachtet werden. Sie müssen einer erneuten Untersuchung unterzogen werden. Bei Cyphophthalmiden, speciell bei der Gattung Gibbocellum, finden sich 2 langgestreckte MALPIGHI'sche Gefässe, die in das blasenförmig erweiterte Rectum (Kloake) einmünden. Jedes Gefäss beginnt mit einem blind endigenden Schlauche, der sich in ein Netz feiner Röhrchen auflöst, welche sich ihrerseits wieder zu einem einzigen in das Rectum einmündenden Gefäss vereinigen. MALPIGHI'sche Gefässe sind bei vielen Acarinen aufgefunden worden. Gewöhnlich stellen sie 2 gestreckte, bisweilen gewundene Schläuche dar, welche in den Enddarm münden. Bisweilen (z. B. bei Atax) vereinigen sich beide Schläuche zu einem gemeinsamen in den Enddarm mündenden Gang und nehmen so die Gestalt eines Y an. Bei andern Acarinen ist das Exkretionsorgan ein unpaarer, auf dem Mitteldarm liegender Schlauch, so z. B. bei Hydrodoma, wo es dicht hinter dem After, aber getrennt von diesem, nach aussen mündet. In anderen Fällen, z. B. bei Argas, sollen zahlreiche MALPIGHI'sche Gefässe in den Enddarm nahe dem After münden. Hie und da, z. B. bei Gamasiden (Fig. 370 C) und Halarachniden, findet sich eine ähnliche Rectalblase, wie bei den Araneiden, in welche einerseits der Darm, anderseits die MALPIGHI'schen Gefässe einmünden. Interessant ist das Verhalten der langen MALPIGHI'schen Gefässe bei der Larve und dem ersten Nymphenstadium von Gamasiden. Sie reichen hier (Fig. 362, pag. 530) weit nach vorn und bilden an jedem Bein eine Schlinge, welche bis in dessen drittes oder viertes Glied hineinreichen kann. Das blinde Ende der beiden Gefässe dringt weit in das erste Beinpaar vor. — Bei manchen Acariden und bei den Linguatuliden sind noch keine MALPIGHI'schen Gefässe aufgefunden. Im Ganzen ist unsere Kenntniss der MALPIGHI'schen Gefässe der Arachnoidea als eine ausserordentlich lückenhafte zu bezeichnen.

VI. Das Blutgefässsystem

zeigt innerhalb der Arachnoidenklasse sehr verschiedene Stufen der Ausbildung. Am höchsten ist es bei den Scorpioniden und dann bei den Araneiden ausgebildet. Das Blut bewegt sich nirgends vollständig in von der Leibeshöhle gesonderten Blutgefässen, vielmehr geht auch

bei den Arachnoiden ein grösserer oder kleinerer Theil des Kreislaufes in Blutsinussen und Blutlacunen vor sich, welche die Leibeshöhle darstellen. Auch bei den Arachnoiden lassen sich deutliche Beziehungen zwischen dem Blutgefässsystem und den Respirationsorganen feststellen. Wo die Athmungsorgane, wie z. B. bei den Scorpioniden und Araneiden, als Fächertracheen stark localisirt sind, ist die Entfaltung des eigenwandigen Gefässsystems am grössten; wo die Athmungsorgane sich wie bei den Antennaten im ganzen Körper ausbreiten, aber auch da, wo besondere Athmungsorgane fehlen, reducirt sich, ganz wie bei den Antennaten, der periphere Theil des Gefässsystems, ja es kann auch das Centralorgan, das Herz, ganz in Wegfall kommen.

Fig. 371.

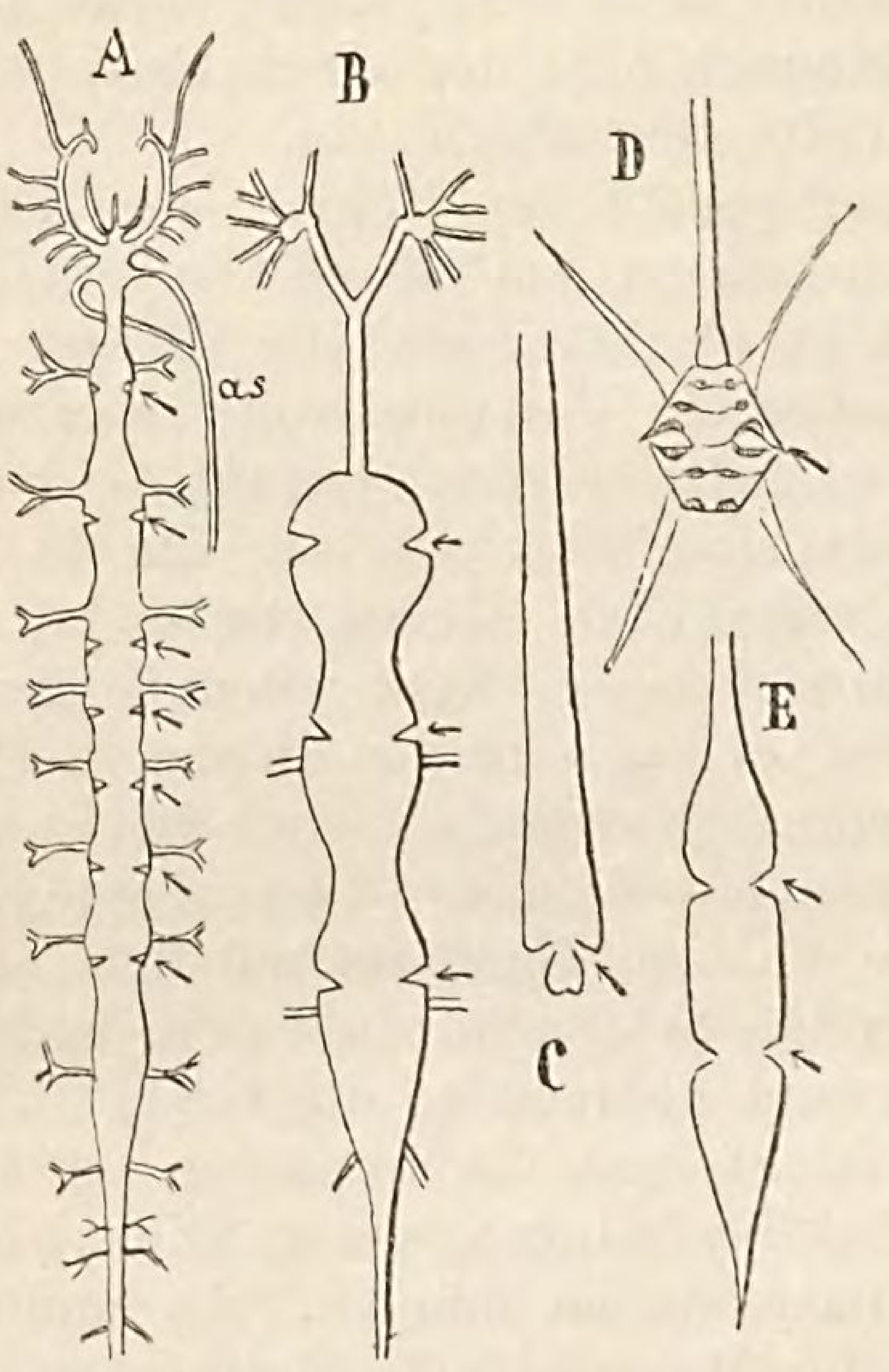


Fig. 372.

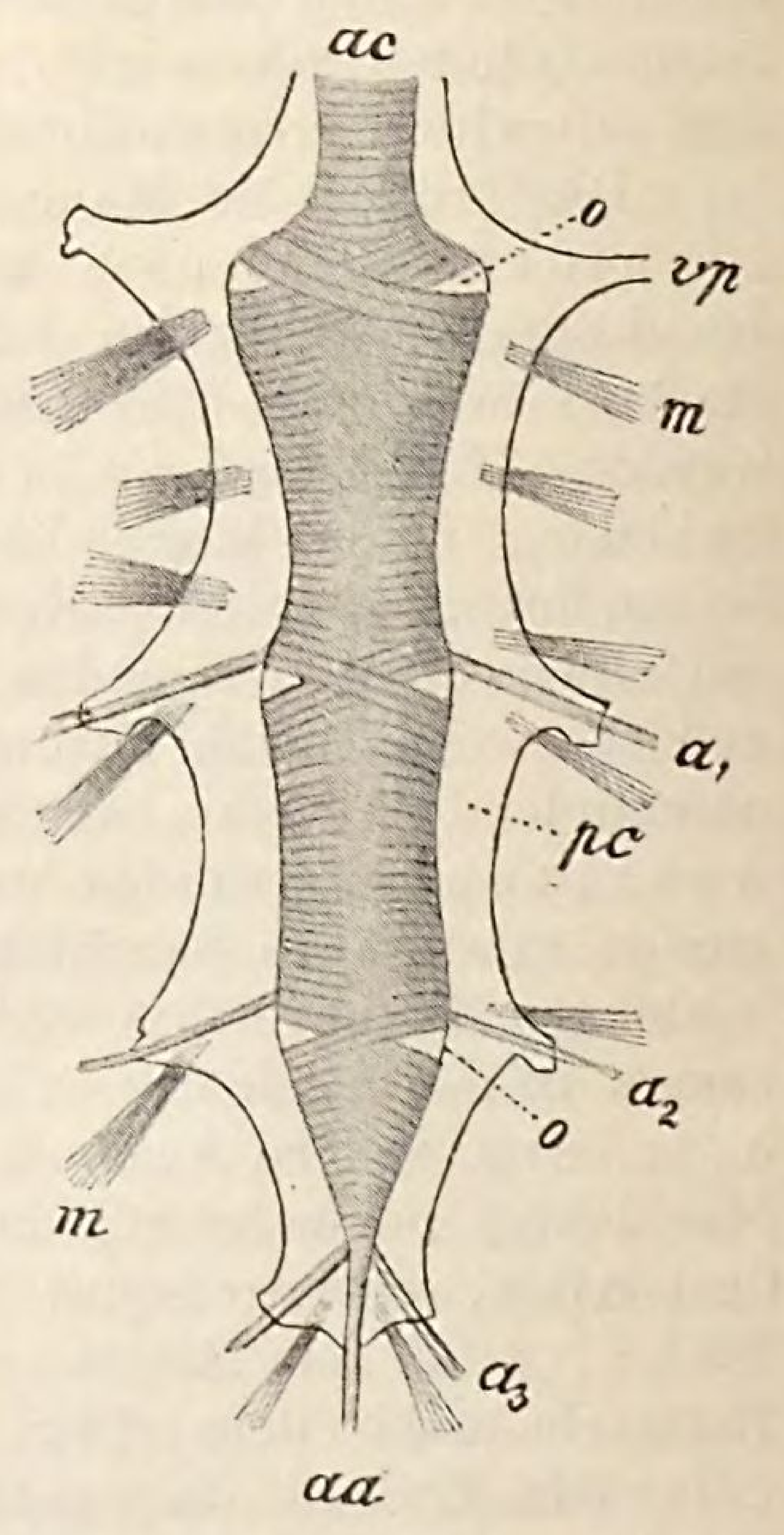


Fig. 371. **Herz verschiedener Arachnoiden.** *A* Scorpion (nach Newport). *B* Spinne (Araneide). *C* Obisium silvaticum, juv. (Pseudoscorpionide) (nach Winkler). *D* Gamasus fucorum, Larve (nach Winkler). *E* Junger Phalangide (nach Winkler).

Fig. 372. **Herz einer Spinne (Pholcus phalangoides)** (nach Schimkewitsch). *ac* Aorta cephalica, *o* Ostien des Herzens, *vp* Ursprung der Vena pulmonalis, a_1, a_2, a_3 Seitenarterien des Herzens, *aa* Aorta oder Arteria abdominalis, *m* Flügelmuskeln, die sich an das Pericard ansetzen, *pc* Pericardium.

Das Centralorgan, das Herz (Fig. 371, 372), zeigt, ähnlich wie bei den Krebsen, verschiedene Stufen der Concentration von dem gestreckten, vielkammerigen, mit zahlreichen Ostienpaaren ausgestatteten Rückengefäss der Scorpioniden bis zu dem kurzen, einkammerigen, mit einem Ostienpaar versehenen Herzsack einiger Milben. Diese fortschreitende Concentration steht offenbar mit der fortschreitenden Concentration des Gesammtkörpers in engem Zusammenhang.

Dass das Herz in einem Pericard liegt, ist nur in einzelnen Fällen

mit Sicherheit beobachtet. Muskeln und bindegewebige Stränge, welche sich einerseits an das Herz oder an das Pericard (welches letztere bei den Araneiden der Fall zu sein scheint), anderseits an das Integument anheften, scheinen ziemlich allgemein vorzukommen.

Am constantesten ist ausser dem Herzen selbst eine mediane vordere gefässartige Verlängerung desselben, welche auf der Rückenseite bis zum Gehirn verläuft und als Aorta cephalica bezeichnet werden kann. Sie ist vielleicht ein Ueberbleibsel eines ursprünglich langen, schlauchförmig bis in die vordere Körpergegend sich erstreckenden Herzschlauches, an dem die Ostienpaare nicht mehr zur Entwickelung gelangen.

Das Herz liegt bei allen Arachnoiden im Abdomen oder in dem ihm entsprechenden Körpertheil.

Scorpionidae (Fig. 371 A). Das gestreckte, schlauchförmige Herz des Scorpions liegt im Praeabdomen. Es ist achtkammerig und besitzt 8 Paare seitlicher Spaltöffnungen. Vom hintern Ende einer jeden Kammer geht ein Paar seitlicher Arterien ab. Das Herz setzt sich hinten in eine Aorta des Postabdomens, vorn in eine Aorta cephalica fort, die den Cephalothorax durchzieht. Aus der hintern Aorta entspringen einige seitliche Arterienpaare. Unmittelbar vor dem vordersten Ostienpaare, also an der Wurzel der Aorta cephalica, geht jederseits ebenfalls eine Seitenarterie ab. Eine Strecke weiter vorn folgen zwei weitere Seitenarterien, die nach unten verlaufend, den Schlund umfassen und so einen Schlundring bilden. Aus diesem Schlundring entspringt ein nach hinten verlaufendes medio-ventrales Längsgefäss, welches oberhalb des Bauchmarks liegt und als Supraneuralgefäss bezeichnet wird. Die Aorta cephalica entsendet vor der Stelle, wo die beiden Gefässe des Schlundringes aus ihr entspringen, noch zahlreiche Arterien, vornehmlich zu den 6 Extremitätenpaaren.

Wahrscheinlich öffnen sich alle Arterien in ein Lacunensystem des Körpers, und in diesem gelangt das Blut schliesslich in besondern Strömen, von denen die des Praeabdomens die Fächertracheen umspülen, wieder in das Pericard und von da in das Herz zurück. Doch bedarf gerade dieser Theil der Anatomie des Circulationssystems einer erneuten Untersuchung.

Das Circulationssystem der Scorpione zeigt eine ziemlich grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der Xiphosuren, die durch das Vorkommen eines Schlundringes und eines medio-ventralen Längsgefässes erhöht wird. Doch muss betont werden, dass auch bei zahlreichen Krebsen (Malacostraken) ein medio-ventrales Längsgefäss (Subneuralgefäss) vorkommt, welches bei Isopoden durch einen Schlundring mit dem vordern Ende der Kopfaorta in Verbindung steht. Auch bei Peripatus will man ein medio-ventrales Gefäss beobachtet haben.

Araneiden (Fig. 371 B, 372). Nächst den Scorpioniden besitzen, so viel wir wissen, die Araneiden das am reichsten entfaltete Gefässsystem. Das der Rückenseite des Abdomens entlang verlaufende Herz ist in ein sackförmiges Pericard eingeschlossen, welches selbst wieder, wie es scheint, von einem Blutsinus umgeben ist. Das Herz besitzt nur 3 (bei Mygale 4?) Paar Spaltöffnungen, setzt sich vorn in eine Aorta cephalica, hinten in eine kurze Aorta oder Arteria posterior fort und entsendet seitlich 3 Paar unansehnliche Arterien, die sich bald in das Lacunensystem des Körpers öffnen. Die Arteria posterior öffnet sich in der Nähe

des Afters in einen hier gelegenen Blutsinus. Die Aorta cephalica verläuft nach vorn in den Cephalothorax, wo sie sich bald in 2 seitliche Stämme theilt, die nach unten umbiegen, und nach kurzem Verlaufe sich in mehrere Arterien auflösen, welche zu den Augen und in die Extremitäten verlaufen. Alle diese Arterien öffnen sich in Blutlacunen oder Blutsinusse, in die sie ihr Blut ergiessen. In diesem in bestimmter Weise angeordneten System von Lacunen und Sinussen durchströmt das Blut den Körper in bestimmten Richtungen. Der grösste Theil des Blutes sammelt sich schliesslich auf der Bauchseite am vordern Theil des Abdomens, richtet sich hier nach oben, umfliesst dabei die Fächertracheen und tritt dann schliesslich wieder in das Pericard ein, von wo aus es vornehmlich durch das vorderste Ostienpaar wieder ins Herz zurückgelangt. Der Blutstrom von den Fächertracheen (Lungen) zum Pericard scheint in einer besonderen Vene zu fliessen, welche durch eine Fortsetzung der Pericardialwand gebildet wird. Da aber das Pericard selbst nur einen Theil der Leibeshöhle darstellt, so kann man auch diese Vene nicht als ein eigentliches Blutgefäss betrachten, sondern nur als einen schärfer begrenzten, kanalartigen Theil der Leibeshöhle oder des allgemeinen Lacunensystems.

Bei den Pseudoscorpioniden (Fig. 371 C), Phalangiden (E), Cyphophthalmiden und Acarinen (D) reducirt sich das Gefässsystem auf das Herz und die Aorta cephalica. Das Herz selbst, im vordern Theile des Abdomens gelegen, wird immer kürzer und gedrungener. Die Zahl seiner Ostienpaare verringert sich, bis schliesslich (Acarinen und Obisium unter den Pseudoscorpioniden) nur noch ein Ostienpaar vorhanden ist. Wahrscheinlich kommt diese Reduktion dadurch zu Stande, dass der vordere Theil des Herzens seine Spaltöffnung verliert, enger wird und sich so der Aorta cephalica anschliesst, während sich allein die hintere Herzkammer mit ihrem Ostienpaar als sackförmiges propulsatorisches Organ forterhält.

Das Herz der Pseudoscorpioniden liegt in den 3 oder 4 vordern Abdominalsegmenten und soll bei Obisium nur ein, bei Chernes aber 4 Ostienpaare besitzen. Das Herz der Phalangiden und Cyphophthalmiden hat 2 Ostienpaare. Unter den Acarinen ist ein Herz bis jetzt nur bei Gamasiden und bei Ixodes aufgefunden. Es ist wahrscheinlich, ja fast sicher, dass viele andere Acarinen kein Herz und überhaupt kein gesondertes Blutgefässsystem besitzen. Dasselbe gilt für die Linguatuliden.

Bei den bisher nicht citirten Arachnoiden ist das Blutgefässsystem entweder gar nicht oder sehr ungenügend untersucht worden.

VII. Die Athmungsorgane.

Die Athmungsorgane der Arachnoidea sind Tracheen, deren äussere Oeffnungen oder Stigmata zu 1—4 Paaren fast durchgängig am Abdomen, und zwar ventral am vordern Theile desselben, liegen. Es kommen zwei scharf unterschiedene Formen von Tracheen vor, nämlich: 1) Röhrentracheen und 2) Fächertracheen. Die ersteren stimmen im Wesentlichen mit den uns schon bekannten Tracheen der Protracheata und Antennata überein. Die letztern, auch als Lungen, Lungentracheen, Lungensäcke oder Blättertracheen bezeichnet, sind bis jetzt ausschliesslich bei Arachnoiden angetroffen worden.

a) Die Röhrentracheen. Sie treten selbst wieder in drei verschiedenen Modfiikationen auf, zwischen denen aber Uebergänge

vorkommen. Bei der einen Tracheenform ist der vom Stigma entspringende Hauptstamm im Körper baumförmig verästelt, wie bei den Insekten und meisten Myriapoden. Die einzelnen Tracheenbäume stehen mit einander durch Anastomosen in Verbindung. In der Chitincuticula der Tracheen ist ein Spiralfaden differenzirt. Solche baumförmig im Körper verästelte Tracheen finden sich bei den Solpugiden, Cyphophthalmiden (Fig. 373 s_1), Phalangiden, einigen Pseudoscorpioniden und einigen Acarinen (Gamasiden, Ixodes).

Bei einer zweiten Form von Röhrentracheen theilt sich der vom Stigma entspringende Hauptstamm gewöhnlich nur einmal in 2 Hauptäste. An jedem dieser Hauptäste sitzen in unregelmässigen Abständen Büschel langer und feiner, unverästelter Tracheenröhrchen. Bisweilen findet sich nur ein solches Tracheenbüschel, das dann am Ende der Hauptstämme liegt. Solche Tracheen finden sich bei manchen Araneiden, vielen Pseudoscorpioniden und bei den meisten derjenigen Acarinen, die überhaupt mit Tracheen ausgestattet sind. Diese zweite Tracheenform, und zwar die zuletzt erwähnte Modifikation derselben, führt zu der dritten Form hinüber.

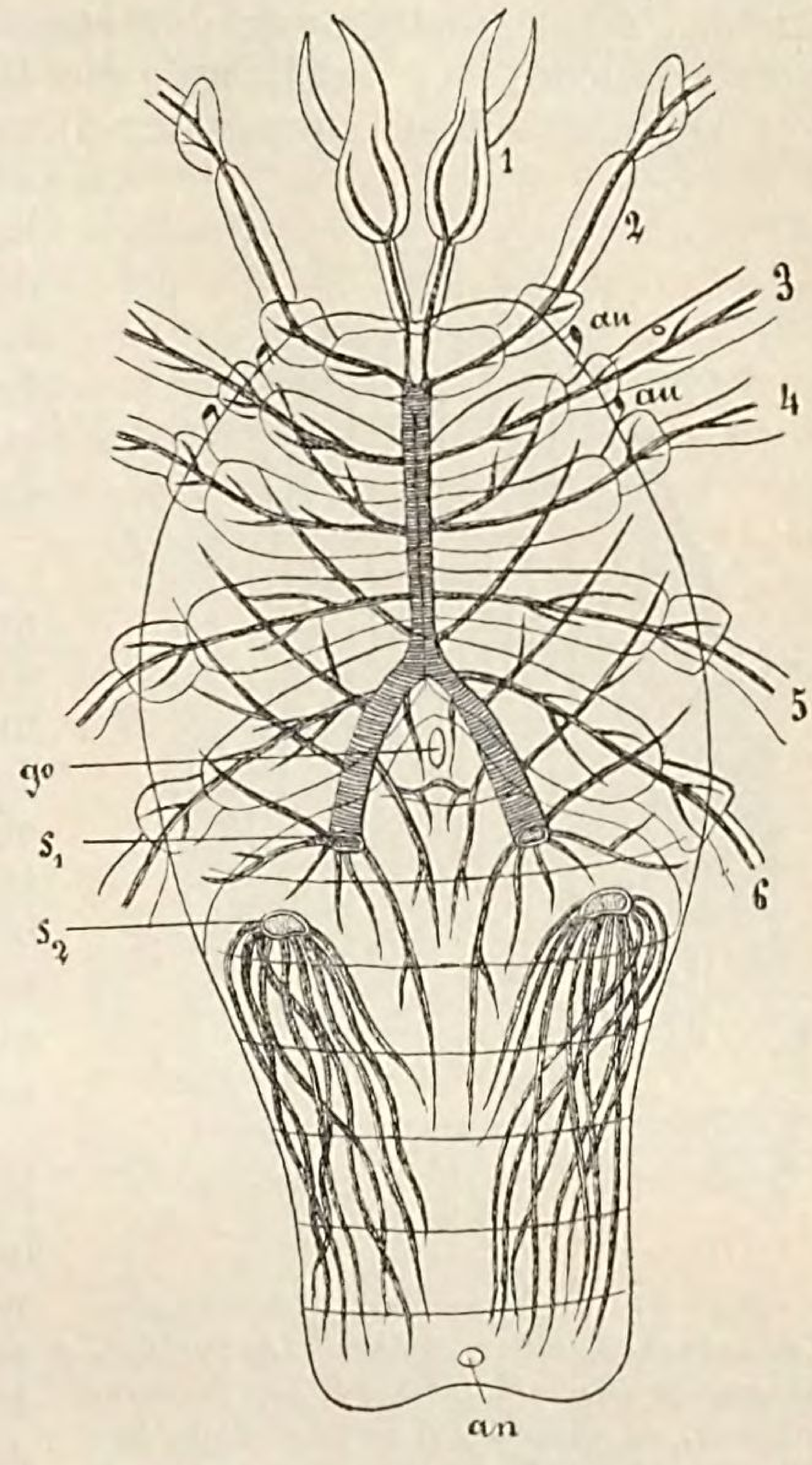


Fig. 373. Schematische Darstellung des **Tracheensystems von Gibbocellum sudeticum** (nach STECKER). 1—6 1. bis 6. Gliedmaassenpaar, nur das erste (Cheliceren) ausgezeichnet, *au* Augen, *go* Geschlechtsöffnung, s_1 vorderes Stigmenpaar (für die Baumtracheen), s_2 hinteres Stigmenpaar (für die Büscheltracheen), *an* After.

Bei der dritten Form von Röhrentracheen fehlt ein gemeinsamer, vom Stigma entspringender Tracheenstamm. Die einzelnen Röhrchen des Tracheenbüschels entspringen direkt vom Stigma. Man ist um so mehr berechtigt, diese dritte Form auf eine Verkürzung und schliesslichen Schwund des gemeinsamen Tracheenstammes zurückzuführen, als die hintern Tracheenbüschel einiger Pseudoscorpioniden (Chernes cimicoides) noch vom Ende einer kurzen Röhre entspringen. Solche einfache Büscheltracheen finden sich bei einigen Pseudoscorpioniden und einigen Cyphophthalmiden (Gibbocellum, Fig. 373 s_2). Sie zeigen viele Aehnlichkeit mit den früher (p. 494) beschriebenen Tracheen der Myriapodengattung Scutigera. Echte Spiralfäden finden sich bei der zweiten und dritten Form von Röhrentracheen nicht.

b) Die Fächertracheen (Tracheenlungen, Lungensäcke, Fig. 374 und 375). Das Stigma führt in einen mit Luft erfüll-

ten Sack, in welchen von der vorderen Wand her zahlreiche Blätter hineinragen, die wie die Blätter eines Buches angeordnet sind. Sie sind aber auch mit ihren Seitenrändern an den Seitenwänden des Sackes befestigt, so dass letzterer mit einer durch zahlreiche Scheidewände in zahlreiche Fächer eingetheilten Briefmappe verglichen werden könnte. Die Wandung des Sackes ist innen von einer Chitincuticula, einer Fortsetzung der äussern Chitinhaut des Körpers, überzogen, welche sich auch auf die Blätter fortsetzt, so dass diese aus zwei ziemlich dicht aneinander liegenden Lamellen bestehen, welche durch (vielleicht musculöse?) Trabekeln oder Querpfeiler verbunden sind. Zwischen diese beiden Lamellen eines Blattes kann von der Leibeshöhle her Blut eindringen, und so kann durch die Lamellen hindurch der Athmungsprocess stattfinden.

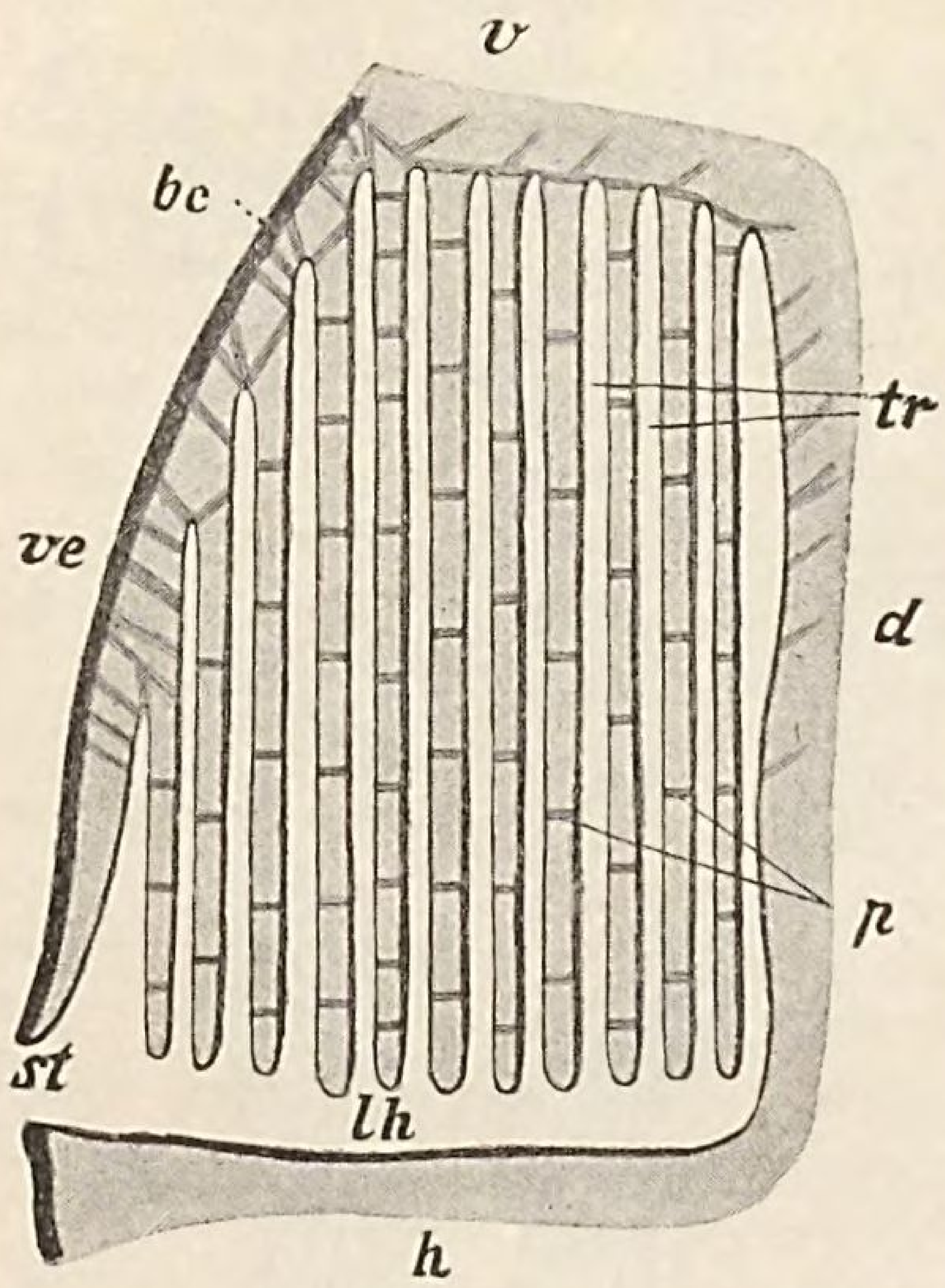


Fig. 374. Längsschnitt durch eine **Fächertrachee einer Spinne (Araneide)**, schematisirt (nach MAC LEOD). *v* Vordere, *h* hintere, *ve* ventrale, *d* dorsale Seite der Fächertrachee, *bc* Integument der ventralen Körperwand des Abdomens, *st* Stigmenspalte, *lh* Luft- oder Tracheenhöhle, *tr* die Hohlräume der zu Lamellen abgeplatteten Tracheen, *p* Querpfeiler zwischen den Tracheen.

Die plausibelste Ansicht über die morphologische Bedeutung dieser „Lungensäcke" scheint uns auch heute noch die zu sein, dass dieselben modificirte Tracheenbüschel sind. Stellen wir uns vor, dass an einem Tracheenbüschel, welches sich vermittelst eines kurzen Tracheenstammes durch das Stigma nach aussen öffnet, die einzelnen dichtstehenden Tracheenröhren sich gegenseitig zu hohlen Platten abplatten, und dass diese Hohlplatten sich in einer Reihe anordnen, so haben wir eine sogenannte Fächertrachee oder eine Tracheenlunge vor uns. Die einzelnen zwischen den Blättern des Athemsackes liegenden, sehr flachen Fächer würden also den Lumina der abgeplatteten Tracheen entsprechen.

Bandartig abgeplattete Tracheen kommen in der That bei Araneiden vor. — Man vergleiche ferner die Abbildung der Tracheenbüschel von Scutigera, pag. 494, welche das Verständniss der hier vorgetragenen Ansicht von der Entstehung der Fächertracheen wesentlich erleichtern wird.

Eine andere Ansicht über die morphologische Bedeutung der Fächertracheen der Arachnoiden ist von einigen jener Forscher geäussert worden, welche die Arachnoiden und speciell die Scorpioniden für nahe Verwandte der Xiphosuren halten. Nach dieser Ansicht würden die in den Lungensack hineinragenden Blätter oder Scheidewände den zu einer Art Buch angeordneten Kiemenblättern der Abdominalfüsse von Limulus entsprechen, die sich ins Innere des Körpers eingesenkt hätten. Es würden dann die 4 Paar Fächertracheen des Scorpions Rudimente von 4 Abdominalfusspaaren d. h. die Kiemenanhänge derselben darstellen. Verglichen mit der zuerst vorgetragenen Ansicht erscheint uns diese Auffassung künstlich und einer tieferen vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Begründung ledig zu sein.

Die Scorpioniden, Pedipalpen und die tetrapneumonen Araneiden (Mygaliden) besitzen ausschliesslich Fächertracheen. Bei dipneumonen Araneiden kommen Fächer- und Röhrentracheen zugleich vor.

Zahl und Lage der Stigmen.

Die Scorpioniden besitzen 4 Paar Fächertracheen und 4 Paar Stigmen, die seitlich an der Bauchseite des dritten bis achten Abdominalsegmentes liegen (Fig. 363, p. 534).

Die Pedipalpen haben 2 Paar Fächertracheen mit 2 Paar Stigmen an der Bauchseite des zweiten und dritten Abdominalsegmentes (Fig. 365, p. 536).

Unter den Araneiden verhalten sich die Tetrapneumonen und die Dipneumonen verschieden. Die Tetrapneumonen (Mygaliden) besitzen 2 Paar Fächertracheen und 2 Stigmenpaare (Fig. 375, *ft*, *s*), welche an der Bauchseite der Basis des Hinterleibes liegen. Die Dipneumonen haben nur ein Paar Fächertracheen, welches wohl dem vordern Paare der Tetrapneumonen entspricht. Ausserdem besitzen sie — wohl als Aequivalent des zweiten Fächertracheenpaares der Tetrapneumonen — Röhrentracheen, die gewöhnlich durch ein unpaares, die Form einer Querspalte besitzendes und am Abdomen weit nach hinten gerücktes Stigma ausmünden. Dieses unpaare Stigma entspricht wohl einem verschmolzenen, nach hinten verlagerten Stigmenpaar. Dafür spricht einerseits die Thatsache, dass bei einigen Araneiden (Dysdera, Segestria, Argyroneta) zwei getrennte, weiter vorn liegende Stigmen für die Röhrentracheen (hinter dem Stigmenpaar der Fächertracheen) vorkommen, und anderseits der Umstand, dass in einzelnen Fällen (Dictyna) die in dem unpaaren Stigma ausmündenden Tracheenstämme eine deutliche Duplicität erkennen lassen.

Die Solpugiden besitzen baumförmig verästelte Röhrentracheen, die mit 3 Paar Stigmen ausmünden, wovon das

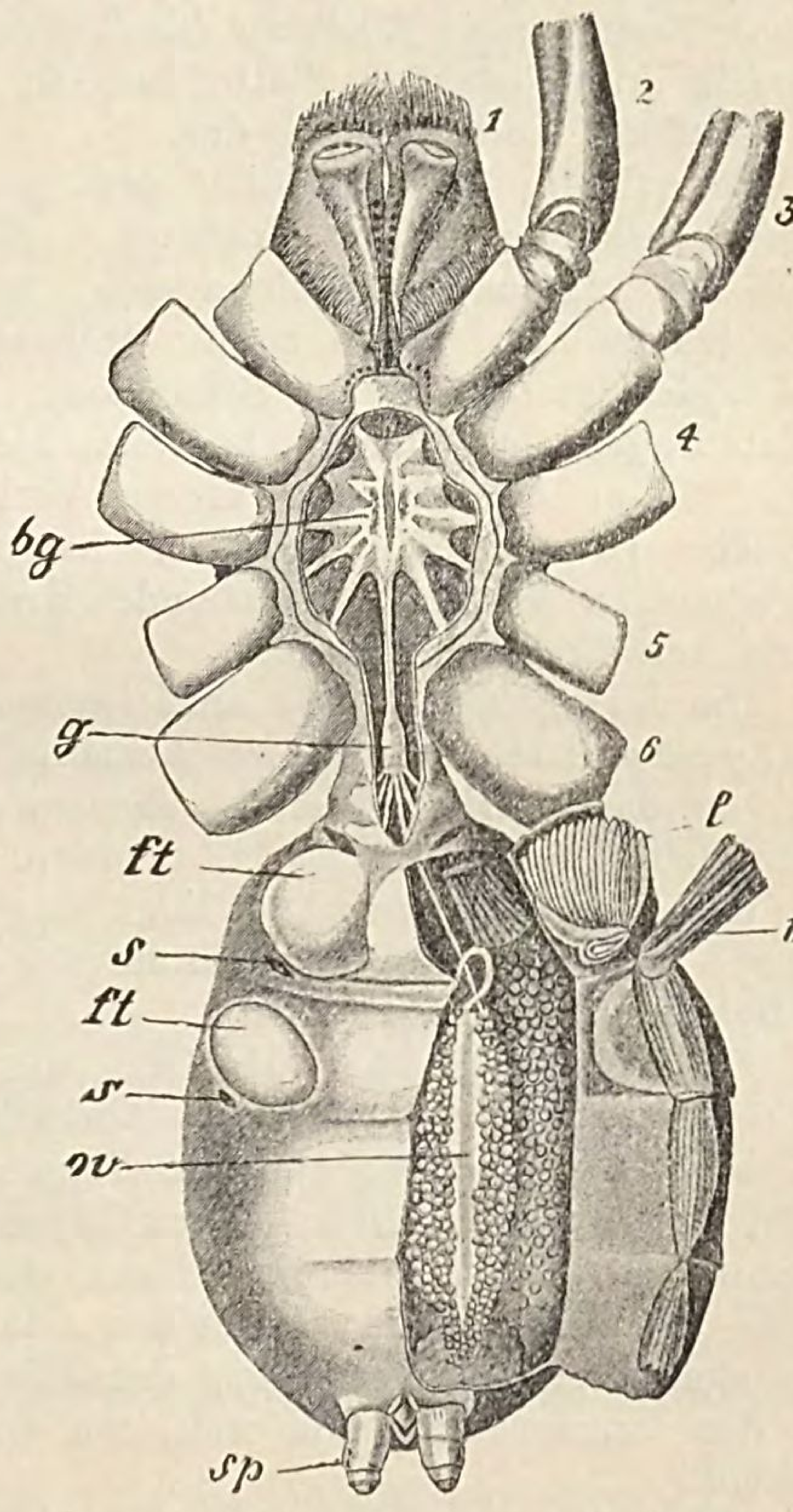


Fig. 375. **Mygale**, von der Bauchseite. Die Bauchwand des Cephalothorax wegpräparirt, um das grosse Kopfbrustganglion (*bg*) und das 2. kleine Ganglion an der Basis des Abdomens zu zeigen. Die Bauchwand der linken Abdominalseite auf die Seite gelegt. *m* Ventrale Muskeln des Abdomens, *l* Lamellen der Fächertracheen, *ft* Fächertracheen, *s* Stigmen derselben, *ov* Ovarium, *sp* Spinnwarzen, 1—6 1. bis 6. Extremitätenpaar, 2—6 nicht fertig gezeichnet. (Règne animal.)

erste am ersten Thoracalsegment, das zweite und dritte am zweiten und dritten Abdominalsegment liegt. Die Lage des ersten Stigmenpaares an der Brust verdient besonders hervorgehoben zu werden.

Bei den Pseudoscorpioniden finden sich für die hier vorhandenen Röhrentracheen 2 Paar Stigmen, die am 2. und 3. Abdominalsegment liegen. Bei Cheiridium findet sich nur ein Stigmenpaar, das vielleicht durch Verschmelzung der zwei Stigmenpaare der übrigen Pseudoscorpioniden entstanden ist.

Die baumförmig verästelten Tracheen der Phalangiden sollen durch ein einziges Stigmenpaar nach aussen münden, welches ventral am vordern Ende des sich mit seiner ganzen Breite eng an den Cephalothorox anschliessenden Hinterleibes liegt.

Unter den Cyphophthalmiden soll Cyphophthalmus nur ein Stigmenpaar auf der Unterseite des ersten Abdominalsegmentes besitzen. Gibbocellum (Fig. 373) hingegen hat 2 Paar Stigmen, welche seitlich und ventral am 2. und 3. Abdominalsegment liegen. Das vordere Stigmenpaar führt zu reich verästelten Tracheen, deren zwei Hauptstämme sich im Cephalothorax zu einem unpaaren medianen Stamm vereinigen. Das hintere Stigmenpaar führt zu Büscheltracheen. Jedes Stigma ist von einer siebartig durchlöcherten Platte bedeckt und jeder Porus der Platte stellt die Mündung einer Trachee dar.

Bei vielen, hauptsächlich den parasitisch lebenden Acarinen und den Meeresmilben fehlen Tracheen. Wo sie vorhanden sind, münden sie durch ein Stigmenpaar nach aussen, welches auffallenderweise eine sehr verschiedene Lage haben kann. Meistens liegt es in der Nähe des Coxalgliedes des letzten Extremitätenpaares, oft aber auch weiter vorn. Bisweilen liegt es auf der Rückenseite, hie und da über der Basis der Cheliceren. Eine Beurtheilung dieser Verhältnisse ist zur Zeit noch nicht möglich. Bei einigen Acarinen hat man mit Oeffnungen der äussern Chitinhaut in Verbindung stehende kurze Röhren oder Taschen als Rudimente von Tracheen gedeutet.

Die Linguatuliden sind tracheenlos. Ebenso sollen die Microthelyphoniden besonderer Athmungsorgane entbehren. Bestätigt sich dies, so darf darin jedenfalls ebensowenig wie bei den Milben ein ursprüngliches Verhalten gesucht werden.

Ueber die Tartariden liegt blos die Angabe vor, dass sie zwei als Stigmen gedeutete seitliche Oeffnungen am 2., 3. und 4. Bauchringe, also im Ganzen 6, besitzen sollen.

Ein Ueberblick über die Lage der Athmungsorgane und ihrer Mündungen bei den verschiedenen Abtheilungen der Arachnoidea zeigt uns, dass nicht nur mehrere Abdominalsegmente Stigmen besitzen, sondern dass solche auch, wie das Beispiel der Solpugiden zeigt, am Thorax vorkommen können. (Die vorderständige Lage der Stigmen bei gewissen Acarinen dürfen wir wohl kaum verwerthen, da die Acarinen eine sehr einseitig entwickelte Arachnoidengruppe darstellen, welche sich offenbar, abgesehen von den Linguatuliden, am weitesten von den ursprünglichen Verhältnissen entfernt.)

Unter der Voraussetzung, dass die Fächertracheen modificirte Röhrentracheen sind, dürften wir deshalb zu der Annahme berechtigt sein, dass die uns unbekannte Stammform der Arachnoidea eine grössere Anzahl von Stigmen und dazu gehörigen Tracheen besass als irgend eine heute lebende Arachnoidenform.

VIII. Geschlechtsorgane.

Alle Arachnoiden sind getrennt-geschlechtlich. Die Geschlechtsorgane liegen im Abdomen. Hoden und Ovarien sind entweder in einem Paar vorhanden oder unpaar in der Einzahl. Der paarige Zustand dürfte der ursprünglichere sein. Die Ovarien treten bei sehr vielen Arachnoiden als Schläuche auf, die mit kugeligen Beeren oder Bläschen besetzt sind und so ein traubiges Aussehen gewinnen. Die Eier entstehen nur in den Bläschen, die man als Eifollikel bezeichnen kann, und ge-

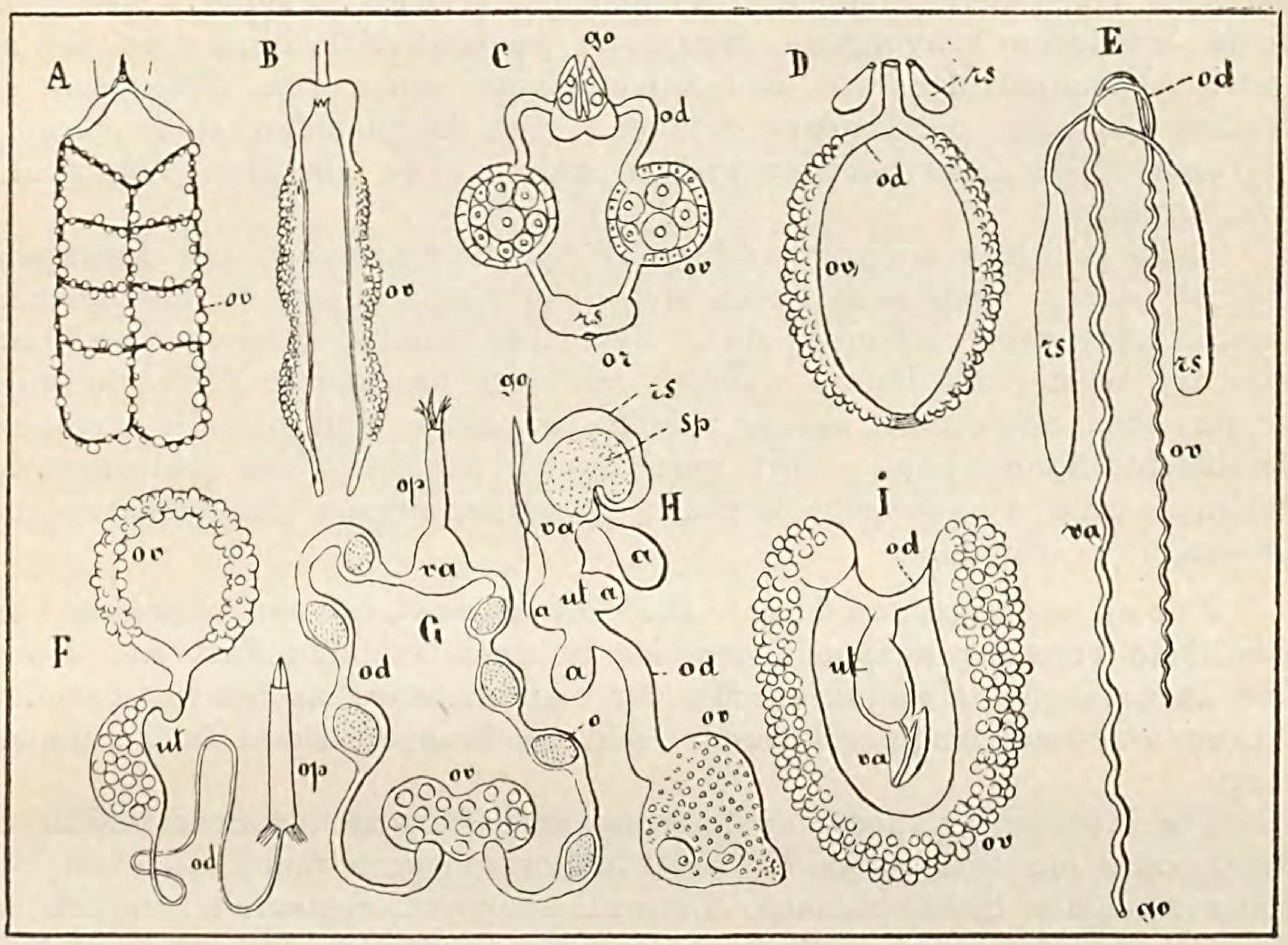


Fig. 376. **Weiblicher Geschlechtsapparat verschiedener Arachnoiden.** Die Figuren sind meist etwas schematisirt. *A* **Scorpio occitanus** (nach BLANCHARD). *B* **Galeodes barbarus** (nach L. DUFOUR). *C* **Trichodactylus anonymus** (Milbe), weibliche Geschlechtsorgane der Nymphe (nach NALEPA). *D* **Ein Araneide.** *E* **Pentastoma taenioides** (nach R. LEUCKART). *F* **Phalangium opilio** (nach GEGENBAUR). *G* **Cepheus tegeocranus** (Milbenfamilie der Oribatidae) (nach MICHAEL). *H* **Gamasus crassipes** (Milbe) (nach WINKLER). *I* **Trombidium fuliginosum** (nach HENKING). *ov* Ovarium, *od* Ovidukt, *go* Geschlechtsöffnung, *rs* Receptaculum seminis, *or* äussere Mündung desselben (in Fig. *C*), *va* Vagina (bei *E* zugleich Uterus), *op* Ovipositor (Legeröhre), *a* Anhangsdrüsen.

langen von hier aus in den Ovarialschlauch, der nur als Fortleitungsrohr dient.

Mit sehr seltenen Ausnahmen sind die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane paarig. An ihrem Endabschnitt vereinigen sie sich und münden durch eine unpaare ventrale Geschlechtsöffnung am Vorderende des Abdomens nach aussen. Mit dem Endabschnitt der Ausführungsgänge stehen meist accessorische Apparate: Receptacula seminis, Vesiculae seminales, Drüsen, männliche und weibliche Begattungsorgane, in Verbindung. Im Einzelnen ist der anatomische Bau der Geschlechts-

apparate bei den verschiedenen Arachnoiden recht verschieden. Die hier folgende Uebersicht ist unvollständig und berücksichtigt nur genauer untersuchte Geschlechtsapparate.

Scorpioniden. Weiblicher Apparat (Fig. 376 A). Drei mit rundlichen Ovarialfollikeln besetzte Längsröhren liegen im Praeabdomen. Die eine Röhre verläuft median, die beiden andern seitlich. Die mediane steht mit den lateralen durch 5 transversale, ebenfalls mit Ovarialfollikeln besetzte Anastomosen in Verbindung, so dass der ganze Ovarialtheil des Geschlechtsapparates ein aus 8 Maschen bestehendes Geflecht darstellt. Aus dem Vorderende dieses letzteren entspringt jederseits ein Ovidukt, der sofort zu einem länglichen Schlauche (Receptaculum seminis? Vagina?) anschwillt. Beide Schläuche convergiren gegen die ventrale Mittellinie, wo sie am ersten Abdominalringe, vor den Kämmen, mit einer von 2 Klappen bedeckten Oeffnung nach aussen münden. Die Scorpioniden sind lebendiggebärend. Die Embryonen entwickeln sich in den als Uteri fungirenden Ovarialröhren.

Männlicher Apparat (Fig. 377 A). Die röhrenförmigen Hoden sind deutlich paarig. Jederseits finden sich zwei Hodenröhren, die mit einander durch Anastomosen verbunden sind. Beide Längsröhren vereinigen sich nach vorn zu einem Samenleiter, welcher, mit dem der andern Seite vereinigt, an derselben Stelle nach aussen mündet, wo beim Weibchen die weibliche Geschlechtsöffnung liegt. Mit dem letzten Abschnitt der Leitungswege stehen paarige accessorische Organe: Begattungsorgane, Samenblasen und Drüsen, in Verbindung.

Pseudoscorpioniden. Das Ovarium ist ein unpaarer, mit Eifollikeln besetzter Schlauch, der sich in zwei Ovidukte fortsetzt, die in eine kurze Vagina einmünden. Mit der Vagina stehen zahlreiche einzellige Drüsen und zwei lange, geknäuelte, schlauchförmige Drüsen in Zusammenhang.

Die Hoden erinnern bei Chernes und Obisium in ihrer Gestalt an die Ovarien der Scorpioniden. Bei Chelifer hingegen findet sich ein einfacher medianer Hodenschlauch. Ueberall sind zwei Samenleiter vorhanden, die in einen gemeinsamen Begattungsapparat einmünden, mit welchem ähnliche Drüsen in Verbindung stehen wie beim Weibchen. Die unpaare Geschlechtsöffnung liegt in beiden Geschlechtern ventral an der Grenze des 2. und 3. Abdominalsegmentes.

Solpugiden. Der weibliche Geschlechtsapparat (Fig 376 B) besteht aus zwei langgestreckten, im Abdomen gelegenen Ovarialschläuchen, die an ihrem Aussenrande mit zahlreichen Eifollikeln besetzt sind. Aus jedem Ovarium entspringt ein Eileiter. Beide Eileiter vereinigen sich, indem sie an ihrem Ende anschwellen, mit einander, um durch die äussere Geschlechtsöffnung, eine Längsspalte an der Bauchseite des ersten Abdominalsegmentes, nach aussen zu münden.

Männlicher Apparat (Fg. 377 B, C). Im Abdomen liegen jederseits zwei dünne und ausserordentlich lange, gewundene, von einander vollständig gesonderte Hodenröhren. Diese Hodenröhren setzen sich in Samenleiter fort. Die beiden Samenleiter einer Seite vereinigen sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu einem Ausführungsgang, der, mit dem der andern Seite vereinigt, in einer gemeinsamen äussern Geschlechtsöffnung ventral am ersten Abdominalsegment nach aussen mündet. Die Leitungswege zeigen entweder 4 oder 2 als Samenblasen gedeutete Erweiterungen, welche im ersten

Falle im Verlaufe der 4 Samenleiter, im letzteren im Verlaufe der beiden gemeinsamen Ausführungsgänge liegen.

Bei den Pedipalpen sind Ovarien und Hoden paarig mit paarigen Ausführungsgängen und gemeinsamer unpaarer Geschlechtsöffnung auf der Bauchseite des ersten Hinterleibssegmentes. Die Phryniden sind lebendiggebärend.

Bei den Microthelyphoniden sollen die Keimdrüsen (wenigstens das Ovarium) unpaar sein. Wahrscheinlich existiren 2 Eileiter, welche vermittelst eines gemeinsamen Endstückes an der Bauchseite des ersten Abdominalsegmentes nach aussen münden.

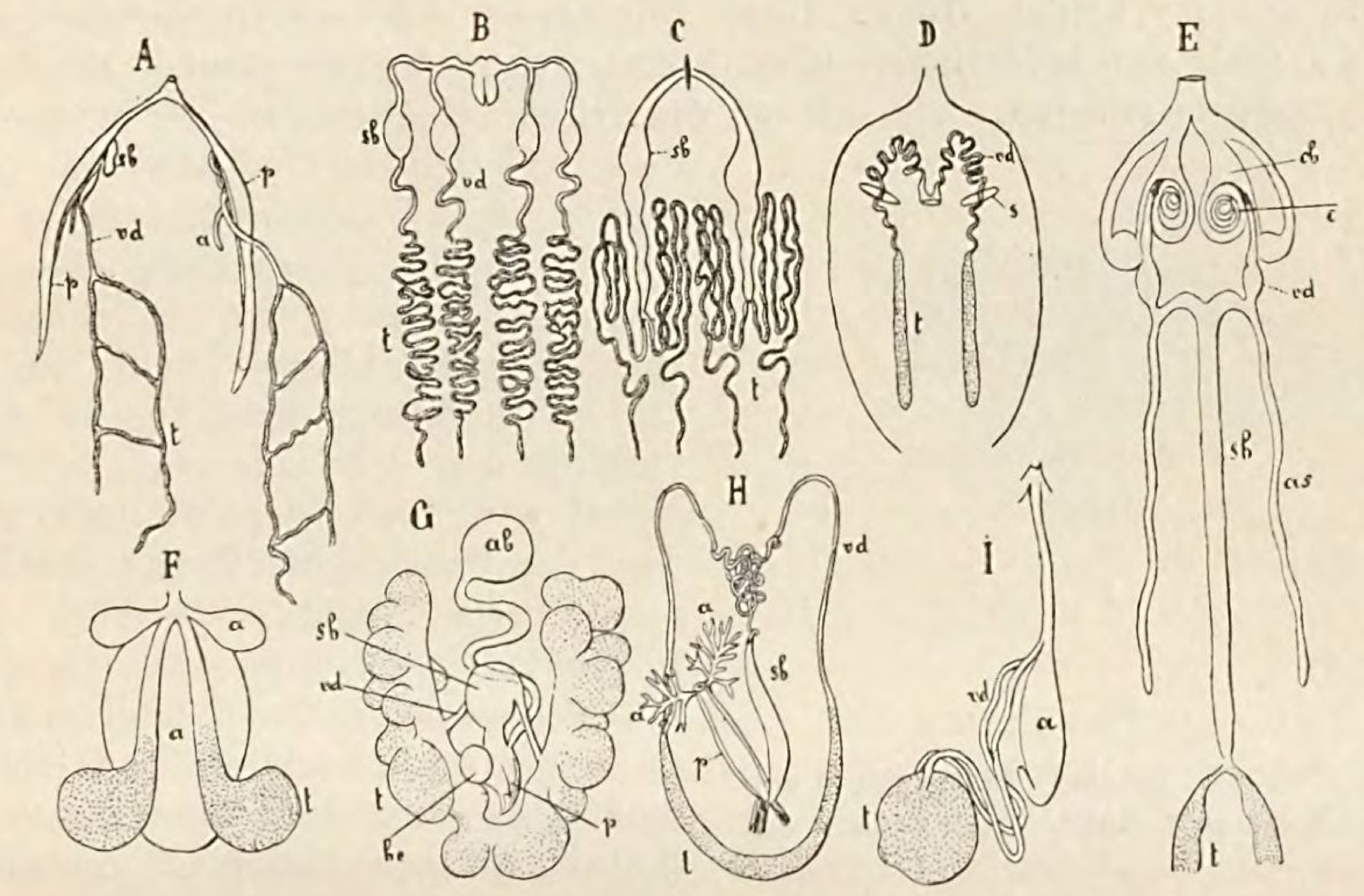


Fig. 377. **Männlicher Geschlechtsapparat verschiedener Arachnoiden.** Die Figuren sind meist etwas schematisirt. *A* **Scorpio occitanus** (nach BLANCHARD). *B* **Galeodes barbarus.** *C* **Galeodes nigripalpis** (nach DUFOUR). *D* **Philoica domestica** (Araneide) (nach BERTKAU). *E* **Pentastoma taenioides,** nur das vordere Ende der Hoden gezeichnet (nach R. LEUCKART). *F* **Uropoda** (Milbe) (nach WINKLER). *G* **Trombidium fuliginosum** (Milbe) (nach HENKING). *H* **Phalangium opilio** (nach KROHN). *I* **Gamasus crassipes** (Milbe) (nach WINKLER). Ueberall haben die Buchstaben folgende Bedeutung: *t* Hoden (punktirt), *vd* Vasa deferentia = Samenleiter, *sb* Samenblase, *p* Penis, *a* Anhangsdrüsen, *as* Anhangsschläuche, *ab* Anhangsblase, *be* Bursa expulsatoria, *c* Cirrus, *cb* Cirrustasche.

Araneiden. Weiblicher Apparat (Fig. 376 D). Es finden sich im Hinterleib 2 weite Schläuche, die mit zahlreichen Eifollikeln besetzt sind und deshalb ein traubiges Aussehen darbieten. Hie und da verschmelzen die freien Enden der beiden Ovarien so, dass ein unpaares ringförmiges Ovarium zu Stande kommt. Ueberall finden sich zwei kurze Eileiter, die sich zu einem kurzen Endabschnitt (Vagina) vereinigen, welcher durch die unpaare mediane Geschlechtsöffnung an der Basis des Abdomens, auf der Bauchseite, zwischen oder etwas hinter dem vordern Stigmenpaar liegt. Alle weiblichen Araneiden besitzen Samentaschen (Receptacula seminis). Es findet sich entweder eine Samentasche oder zwei seitliche Samentaschen, seltener drei, eine mediane und zwei seitliche. Diese Samentaschen, in welche bei der Begattung das Sperma eingeführt wird, sind bei sehr vielen Spinnen von dem Geschlechtsapparat völlig gesondert, mit besonderen, in

unmittelbarer Nähe der weiblichen Geschlechtsöffnung gelegenen äussern Mündungen. Bei andern treten sie als Anhangsorgane der Vagina auf. Bei Epeira besitzt jede der beiden Samentaschen zwei Oeffnungen, eine äussere, auf der Genitalplatte in der Nähe der Geschlechtsöffnung gelegene und eine innere, welche in die Vagina mündet.

Männlicher Apparat (Fig. 377 D). Zwei Hoden liegen als lange Schläuche im Abdomen und setzen sich in zwei lange, dünne, oft vielfach gewundene Samenleiter fort, die vermittelst eines kurzen, weiten, gemeinsamen Ausführungsganges an der zwischen den beiden vordern Stigmen gelegenen männlichen Geschlechtsöffnung ausmünden. Der Uebergang der Hoden in die Samenleiter erfolgt oft ganz allmählich, so dass man oft nicht sagen kann, wo die ersteren aufhören und die letzteren anfangen. Bisweilen sind die blinden Enden der beiden Hoden durch Bindegewebe äusserlich verbunden.

Es fehlt am männlichen Geschlechtsapparat der Araneiden ein besonderes Begattungsorgan. Als solches fungirt der Kiefertaster des Männchens, dessen Endglied (Fig. 378) in eigenthümlicher Weise umgestaltet ist. Die Innenseite dieses Endgliedes trägt einen Auswuchs, in welchem ein spiralig aufgerollter Kanal bis an die röhrenförmig ausgezogene Spitze verläuft und hier ausmündet. Dieser Kanal wird von dem Männchen mit aus der Geschlechtsöffnung austretendem Sperma gefüllt. Bei der nachfolgenden Begattung wird die Spitze des Auswuchses des Kiefertasters in das Receptaculum seminis des Weibchens eingeführt und der Samen aus dem Spiralkanal in das Receptaculum entleert.

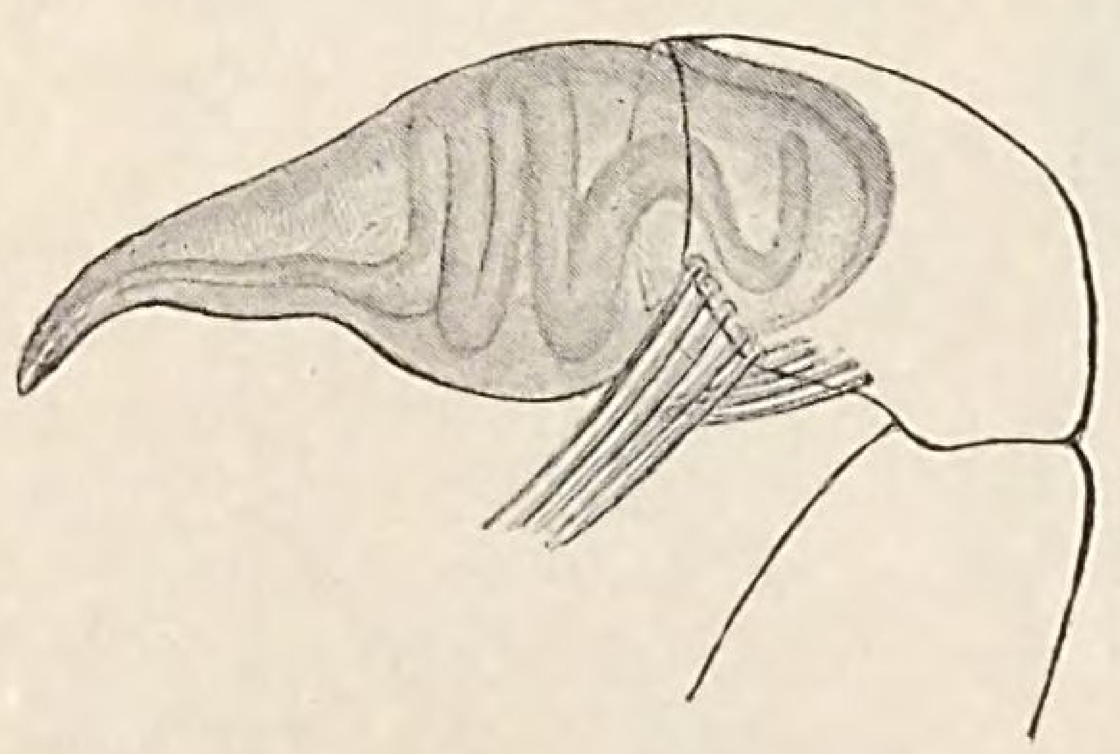


Fig. 378. **Letztes Tasterglied von Filistata testacea Latr.** (nach Bertkau).

Phalangiden (Fig. 376 F, Fig. 377 H). Hier ist sowohl Ovarium als Hode unpaar. Jede Keimdrüse stellt einen halbkreisförmigen Schlauch dar, der wohl, nach Analogie der bei den Araneiden bekannten Verhältnisse, als durch die Verschmelzung der blinden Enden ursprünglich paariger Keimdrüsen entstanden zu betrachten ist. Der Ovarialschlauch ist an seiner Oberfläche mit Eifollikeln besetzt. Die beiden Enden der Keimdrüsen setzen sich in zwei Leitungswege fort (Samenleiter beim Männchen, Eileiter beim Weibchen), und diese vereinigen sich zu einem gemeinsamen Ausführungsgang, welcher in einen Begattungsapparat eintritt. Dieser stellt beim Männchen einen stabförmigen Penis, beim Weibchen eine lange, cylindrische Legeröhre dar. Sowohl Penis als Legeröhre sind in besondere Scheiden eingeschlossen, Penis und Legeröhre können mitsammt ihren Scheiden vorgestreckt und ausgestülpt werden. — Die beiden Samenleiter sind kurz vor ihrem Eintritt in den gemeinsamen Ausführungsgang knäuelartig verschlungen. Bevor der Ausführungsgang in den Penis eintritt, wird seine Wand stark musculös. Dieser musculöse Theil des Ausführungsganges dient offenbar als propulsatorisches Organ, dazu bestimmt, den Samen aus dem Penis herauszubefördern. In das Ende der Penisscheide mündet ein Paar accessorischer Drüsen.

Beim Weibchen zerfällt der gemeinsame Ausführungsgang in zwei Abschnitte, einen proximalen, erweiterten, zur Zeit der Reife mit Eiern gefüllten Uterus und einen engeren und längeren, distalen, den man wohl auch

als Vagina bezeichnet und der sich in die Legeröhre fortsetzt. Die Vagina besitzt zwei Seitentaschen, die als Receptacula seminis gedeutet werden. Accessorische Drüsen münden in das Ende der Scheide der Legeröhre.

Die Geschlechtsöffnung liegt bei beiden Geschlechtern ventral an der Grenze von Kopfbrust und Hinterleib.

Es kommt nicht selten vor, dass sich bei Phalangidenmännchen an der Oberfläche der Hoden Eier entwickeln, die aber offenbar nicht nach aussen gelangen, sondern zu Grunde gehen.

Auch bei den Cyphophthalmiden liegt die Geschlechtsöffnung ventral an der Basis des Hinterleibes (am ersten Abdominalsegment). Das Männchen besitzt einen langen Penis, das Weibchen eine lange Legeröhe.

Acarinen (Fig. 376, C, G, H I, Fig. 377 F, G, I). Hier herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit im Bau der Geschlechtsorgane. Zwei extreme Fälle sind folgende. In dem ersten sind 2 getrennte, symmetrisch gelegene Keimdrüsen und 2 getrennte Ausführungsgänge vorhanden, die durch einen gemeinsamen unpaaren Begattungsapparat nach aussen münden. Hierin erblicken wir ein ursprünglicheres Verhalten. Das andere Extrem ist selten. Wir finden es bei Gamasidenweibchen (Fig. 376 H), wo ein einziges, unpaares Ovarium sich in einen einzigen, unpaaren Ausführungsgang fortsetzt, welcher durch den Begattungsapparat ausmündet. Uebergänge zwischen diesen Extremen finden wir bei sehr zahlreichen Milben. Die beiden Keimdrüsen verschmelzen in verschiedener Weise zu einer einzigen, die bisweilen noch die ursprüngliche Duplicität erkennen lässt; die Leitungswege aber bleiben in grösserer oder geringerer Ausdehnung getrennt.

Mit den Leitungswegen stehen häufig accessorische Organe, Drüsen, Receptacula seminis u. s. w. in Verbindung. Der unpaare Endabschnitt der Leitungswege führt fast überall zu einem äussern Geschlechtsapparat, der beim Männchen als Penis bezeichnet wird, beim Weibchen als Legeröhre entwickelt sein kann. Oft finden sich in der Umgebung der Geschlechtsöffnung Einrichtungen, z. B. Saugnäpfe, welche als Hilfsorgane bei der Begattung eine Rolle spielen. Die Geschlechtsorgane sind in ihrer Lage durchaus nicht auf den hintern Körpertheil beschränkt, sondern es giebt sich auch darin, dass sie oft weit nach vorne verlaufen, die starke Concentration des gesammten Körpers, die Verwischung der Grenze zwischen Cephalothorax und Abdomen kund. Auch die Geschlechtsöffnung ist oft weit nach vorn, in einigen Fällen bis zwischen das vorderste Beinpaar, verlagert. Lehrreich ist eine bei Tyroglyphen (Trichodactylus anonymus) gemachte Beobachtung, nach welcher die beim erwachsenen Weibchen zwischen dem zweiten Beinpaar gelegene Geschlechtsöffnung im letzten Larvenstadium (vor der letzten Häutung) noch zwischen dem letzten Fusspaar gelegen ist. Diese Beobachtung wirft auch Licht auf die vorderständige Lage der Stigmen bei manchen Milben, die als durch Verschiebung entstanden zu deuten sein dürfte.

Aehnlich wie bei den Araneiden kommen auch bei gewissen Milben im weiblichen Geschlecht getrennt vom übrigen Geschlechtsapparat ausmündende Receptacula seminis vor. So besitzt Trichodactylus ein Receptaculum am hintern Körperende, welches durch eine postanale Oeffnung nach aussen mündet. In diese Oeffnung wird bei der Begattung der Penis eingeführt. Das Receptaculum steht durch zwei kurze Röhren mit den beiden Ovarien in Verbindung. Diese und die bei Epeira bestehenden Verhältnisse erinnern einigermaassen an die bekannten Verhältnisse bei Trematoden und Cestoden, wo der weibliche Geschlechtsapparat ausser

durch die gewöhnliche Geschlechtsöffnung noch durch den LAURER'schen Gang mit der Aussenwelt communicirt. Bei Trichodactylus entsteht das Receptaculum für sich durch eine Hauteinstülpung, die sich erst secundär mit den Ovarien in Verbindung setzt.

Einige Acarinen sind lebendig-gebährend, andere ovovivipar, d. h. es entwickeln sich die Eier schon im mütterlichen Körper eine Strecke weit, so dass bald nach der Eiablage das Junge ausschlüpft. Die meisten Acarinen jedoch sind ovipar. Die Eier oder die Embryonen sammeln sich oft in grösserer Anzahl in den erweiterten Eileitern, die dann als Uteri fungiren.

Linguatuliden. Weiblicher Apparat (Fig. 376 E, 379). Das Ovarium ist ein langer, unpaarer, mit Eifollikeln besetzter, den Körper oberhalb des Darmes der Länge nach durchziehender Schlauch. Er setzt sich vorn in zwei Ovidukte fort, welche, den Oesophagus umfassend, unter demselben in das Vorderende der unpaaren Vagina einmünden. Diese dient zugleich als Uterus, indem in ihr die erste Embryonalentwickelung der Eier stattfindet. Die Vagina ist ein ausserordentlich langes, oft mit mehreren hunderttausend Eiern und Embryonen erfülltes, in vielfachen Windungen den Darm bis hinten begleitendes Rohr, welches durch die in unmittelbarer Nähe des Afters gelegene weibliche Geschlechtsöffnung nach aussen mündet. In das vorderste Ende der Scheide, nahe der Stelle, wo die Eileiter in sie eintreten, münden die Ausführungsgänge von zwei langgestreckten Samentaschen (Receptacula seminis), die zu beiden Seiten des Mitteldarmes liegen.

Männlicher Apparat (Fig. 377 E). Der Hode ist ein bald paariger, bald unpaarer Schlauch, der eine ähnliche Lage hat, wie das Ovarium. Der oder die Hoden setzen sich vorn in einen unpaaren ausführenden Abschnitt fort, welcher als Samenblase gedeutet wurde. Die Samenblase theilt sich vorn in 2 Kanäle, die Samenleiter, welche den Oesophagus umfassen. Jeder Samenleiter endet in einem männlichen Begattungsorgan. Die für beide Begattungsorgane gemeinsame männliche Geschlechtsöffnung liegt — im Gegensatz zur weiblichen — im vorderen Körpertheile hinter dem zweiten Hakenpaar. Den Samentaschen des Weibchens entsprechend finden sich beim Männchen zwei nach hinten verlaufende Blindschläuche, wahrscheinlich Organe zur Propulsation des Samens, welche in die beiden Samenleiter münden. Das Ende eines jeden Samenleiters tritt in einen sehr langen, im Ruhezustand in einer besondern Tasche aufgerollten, chitinigen Cirrus ein.

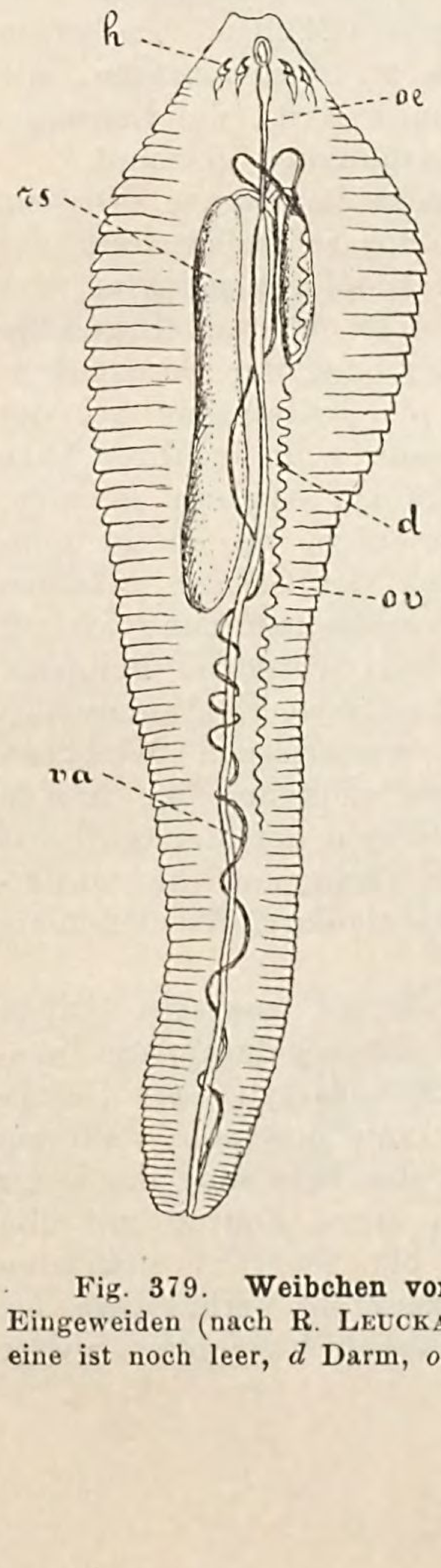


Fig. 379. **Weibchen von Pentastomum taenioides** zur Zeit der Begattung, mit den Eingeweiden (nach R. LEUCKART). *h* Haken, *oe* Oesophagus, *rs* Receptacula seminis, das eine ist noch leer, *d* Darm, *ov* Ovarium, *va* Vagina.

IX. Ontogenie.

Aus der Ontogenie der Arachnoidea will ich nur einige wenige Thatsachen hervorheben, und zwar vornehmlich solche, welche für die vergleichende Anatomie von besonderer Bedeutung sind.

1. Die Furchung scheint im Allgemeinen nach der Furchungsweise centro- oder mesolecithaler Eier zu verlaufen. Es kommt zur Bildung eines den Dotter überziehenden Blastoderms, während im Dotter selbst Merocyten zurückbleiben. Die Bildung der Keimblätter und Anlage der wichtigsten Organe geht wie bei anderen Arthropoden von einer Blastodermplatte aus, die man als Embryonalanlage bezeichnen kann. — Bei den Scorpioniden indessen scheint das Ei meroblastisch telolecithal zu sein und die Furchung in entsprechender Weise zu verlaufen, so dass kein allseitig den Dotter umhüllendes Blastoderm, sondern eine Keimscheibe an einem Pole des Eies gebildet wird.

2. Embryonalhüllen sind bis jetzt nur bei Scorpioniden nachgewiesen worden. Die Embryonalhülle besteht hier wie bei den Insekten aus 2 Häuten, von denen die äussere der Serosa, die innere dem Amnion der Hexapoden entsprechen dürfte.

3. Die Segmentbildung an der Embryonalanlage erfolgt im Allgemeinen von vorn nach hinten, so dass hinter den schon gebildeten Segmenten vom Endsegment aus immer neue gebildet werden. Doch tritt häufig das Segment der Cheliceren und bisweilen auch dasjenige der Pedipalpen erst nach der Bildung einiger darauf folgender Segmente auf.

4. Die Extremitätenanlagen scheinen bei verschiedenen Arachnoiden in sehr verschiedener Reihenfolge aufzutreten. Oft bilden sich die bleibenden Extremitäten, mit Ausnahme der später zur Anlage gelangenden Cheliceren, gleichzeitig. Bei Pseudoscorpioniden sollen die Anlagen der Extremitäten sogar vor der Segmentirung der Embryonalanlage zu erkennen sein.

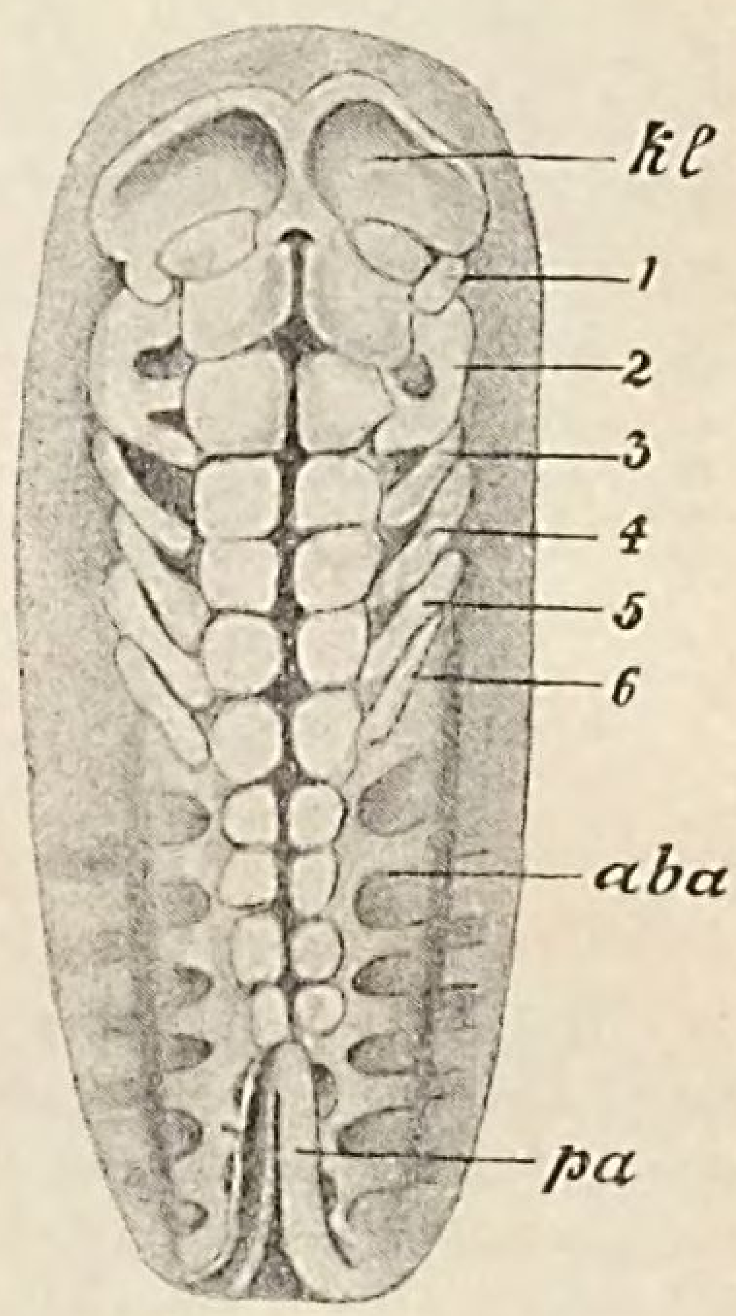


Fig. 380. **Embryo des Scorpions,** auf eine Fläche ausgebreitet, von der Bauchseite (nach METSCHNIKOFF). *kl* Kopflappen, 1 Cheliceren, 2 Pedipalpen, 3—6 die 4 Beinpaare, *aba* Anlagen von Abdominalgliedmaassen, *pa* Postabdomen.

5. Bei allen Arachnoiden, abgesehen von den Linguatuliden, ist der Körper auf embryonalen Stadien reicher gegliedert als beim erwachsenen Thier. Vor allem zeigt die Cephalothoracalregion eine embryonale Gliederung. Diese Region besteht auf gewissen Embryonalstadien aus einem Kopf- oder Scheitellappen, an welchem das Stomodaeum und die definitive Mundöffnung sich bildet, und 6 darauf folgenden, also postoralen Segmenten, deren erstes das Segment der Cheliceren, das zweite das Segment der Pedipalpen ist, während die vier übrigen die Segmente der vier folgenden Extremitätenpaare darstellen. Am Abdomen lässt sich ebenfalls auch überall da, wo es beim erwachsenen Thier ungegliedert ist, beim Embryo eine Gliederung erkennen. Doch ist die Zahl der embryonalen Abdominalsegmente bei den verschiedenen Abtheilungen der Arachnoiden eine sehr

verschiedene. Ganz besonders wichtig ist die Thatsache, dass das embryonale Segment der Cheliceren ein postorales ist. Am Kopflappen entwickeln sich keine Extremitäten, im Gegensatz zu den Crustaceen, Protracheaten und Antennaten, wo sich am Kopflappen die Antennen bilden. Aus dieser Thatsache geht hervor, dass die Cheliceren der Cheliceroten jedenfalls nicht den Antennen der Antennaten entsprechen.

Dass bei verschiedenen Arachnoiden am embryonalen Abdomen Gliedmaassenrudimente auftreten und dass diese Rudimente später theilweise verschwinden, theilweise sich erhalten (Kämme der Scorpione, Spinnwarzen der Araneiden), ist schon mitgetheilt worden.

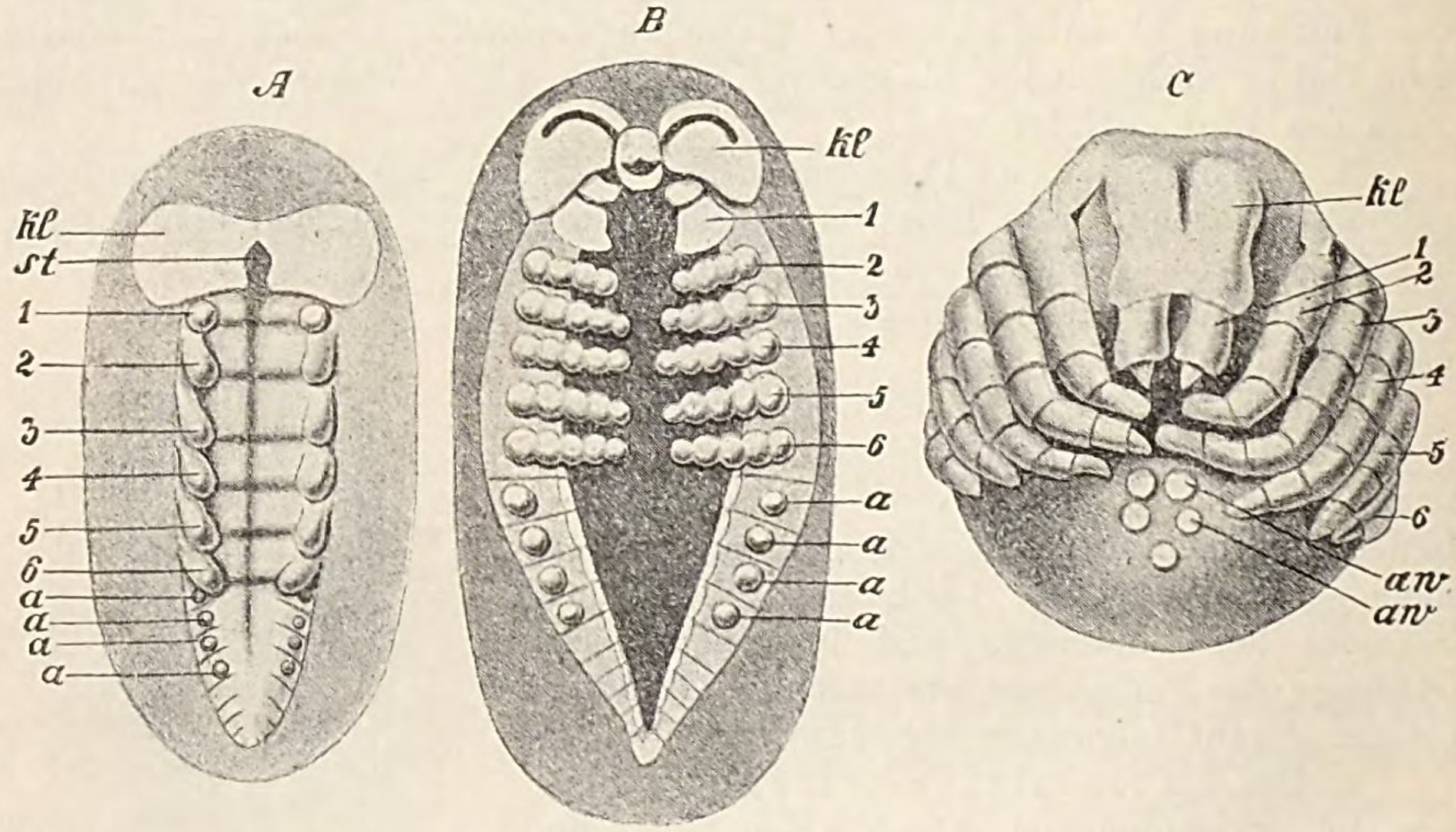


Fig. 381. *A, B, C* **Embryonen von Agelena labyrinthica**, von 3 verschiedenen Entwickelungsstadien; bei *A* und *B* auf eine Fläche aufgerollt gedacht, bei *C* in der natürlichen Gestalt, von der Bauchseite. *kl* Kopflappen, *st* Stomodaeum, 1—6 1. bis 6. Extremitätenpaar (des Cephalothorax), und zwar 1 Cheliceren, 2 Pedipalpen, 3—6 Beine, *a* Anlagen von Abdominalgliedmaassen, *aw* in *C* Spinnwarzen (nach Balfour).

6. Was über das Verhältniss der embryonalen Gliederung des Körperstammes zur definitiven Gliederung desselben gesagt wurde, kann in gleicher Weise auch vom Nervensystem gesagt werden. In jedem embryonalen Segment bildet sich, wie die an Scorpioniden und Araneiden angestellten Untersuchungen ergeben haben, ein Ganglienpaar. Das embryonale Ganglienpaar des Kopflappens ist die Anlage des obern Schlundganglions. Im ersten postoralen Segment gelangt ein besonderes Ganglion für die Cheliceren zur Ausbildung, das sich erst secundär von hinten an das obere Schlundganglion anlagert und mit diesem zum definitiven Gehirn vereinigt. Bei den Antennaten und Protracheaten hingegen werden die Antennen von Anfang an von dem praeoralen obern Schlundganglion aus innervirt. Ebenso besitzen alle folgenden embryonalen Segmente mit Ausnahme des Endsegmentes je ein Ganglienpaar. Die mehr oder weniger stark concentrirte Form des Nervensystems des erwachsenen Thieres kommt durch Verschmelzung gesonderter embryonaler

Ganglienpaare zu Stande. — Das ganze Centralnervensystem entsteht in ähnlicher Weise wie bei den übrigen Arthropoden.

7. Das Mesoderm der Arachnoiden ist zu einer gewissen Zeit der Embryonalentwickelung in ganz ähnlicher Weise in Form von zwei seitlichen segmentirten Streifen oder Bändern mit segmentalen Hohlräumen entwickelt, wie bei Annulaten, Protracheaten, Antennaten und vielleicht auch Crustaceen.

8. Vorderdarm und Hinterdarm entwickeln sich in bekannter Weise als Einstülpungen des Ectoderms (Stomodaeum und Proctodaeum). Ueber die Bildungsweise des Mitteldarmrohres sind die Forscher noch nicht einig.

9. Die ersten Anlagen der Lungen (Fächertracheen) treten in Form von Einstülpungen des Ectoderms auf, also wie die Anlagen der Tracheen bei den Antennaten.

10. Die meisten Arachnoiden werden geboren oder schlüpfen aus dem Ei in einem dem erwachsenen ähnlichen Zustande. Soviel wir wissen, kommt nur bei Pseudoscorpioniden und Acarinen eine postembryonale Metamorphose vor. Die ersteren schlüpfen in einem sehr unfertigen Zustande aus dem Ei, bleiben aber noch längere Zeit (nach Art von Parasiten?) am Körper der Mutter (welche die abgelegten Eier mit sich herumträgt) befestigt. Den jungen Acarinenlarven fehlt (Fig. 362, pag. 530) noch das letzte Extremitätenpaar, d. h. das 4. Beinpaar. Die Metamorphose ist bei Acarinen oft eine sehr complicirte und verläuft unter vielfachen Häutungen. Bisweilen treten wiederholte Puppen und Larvenstadien auf. In solchen Fällen scheint die Verwandlung unter ganz ähnlichen innern Vorgängen (Zerfall und Schwund vonLarvenorganen, Bildung der definitiven Organe aus imaginalen Theilen der Larve) zu verlaufen, wie wir sie bei Insekten mit vollkommener Verwandlung kennen gelernt haben.

Ueber die Entwickelung und Lebensgeschichte der Linguatuliden wurde in der systematischen Uebersicht einiges gesagt. Die Ontogenie dieser Gruppe liefert keine Anhaltspunkte für die Beurtheilung ihrer Stellung im System.

X. Phylogenie.

Die Arachnoiden bilden eine scharf umgrenzte, natürliche Arthropodenabtheilung. An der nahen Verwandtschaft der verschiedenen zu der Klasse vereinigten Ordnungen ist, wenn wir von den Linguatuliden absehen, nicht zu zweifeln. Es ist ferner nicht zu bezweifeln, dass diejenigen Arachnoiden, deren Körper am reichsten gegliedert ist, ursprünglichere Charaktere beibehalten haben. Es sind dies die Scorpioniden — diese wegen der reichen Gliederung des Abdomens und des abdominalen Nervensystems — und die Solpugiden — diese wegen der Gliederung der dem Cephalothorax der übrigen Arachnoiden entsprechenden Körperregion, welche aus einem vordern Abschnitt und drei darauf folgenden Segmenten besteht, die dem Kopf und den drei vordersten Rumpfsegmenten (den Segmenten der Brust) der Antennaten verglichen werden können. Doch müssten für einen solchen Vergleich durch eine erneute, äusserst wünschenswerthe Untersuchung des Baues und der Entwickelung der Solpugiden festere Grundlagen geschaffen werden.

Am weitesten entfernen sich offenbar von der Stammform der Arachnoiden die Milben mit ihrer hochgradig concentrirten Organisation, während die übrigen Abtheilungen in verschiedener Weise eine vermittelnde

Stellung einnehmen und als Paradigmata für eine fortschreitende Concentration des Organismus verwerthet werden können.

Was die Linguatuliden anbetrifft, so ist ihre Zugehörigkeit zu den Arachnoiden durchaus nicht erwiesen. Wir sind sogar nicht einmal im Stande, den strikten Nachweis zu führen, dass sie Arthropoden sind. Es ist allerdings ganz gut möglich, dass die Linguatuliden durch weitgehenden Parasitismus stark modificirte milbenähnliche Thiere sind, aber sie könnten ebensogut auch parasitisch degenerirte Abkömmlinge anderer Arthropoden sein. Es fehlen uns bestimmte Anhaltspunkte, um den Mangel des Respirations- und Blutgefässsystems zu beurtheilen, d. h. um zu entscheiden, ob dieser Mangel ein ursprünglicher oder ein etwa durch Parasitismus secundär eingetretener ist. Das Vorhandensein von 2 Hakenpaaren genügt nicht einmal für die Feststellung der Arthropoden-, geschweige denn der Arachnoidennatur der Linguatuliden, und auch die Entwickelungsgeschichte lässt uns im Stich. Die Lage der weiblichen Geschlechtsöffnung am Hinterende des Körpers ist eine für Arachnoiden ganz ungewöhnliche. Am Darmkanal fehlen die sonst verbreiteten Mitteldarmdivertikel. Die Reduktion des Centralnervensystems auf einen Schlundring mit mehreren Schlundganglien hängt zwar wahrscheinlich mit der durch parasitische Lebensweise bedingten Verkümmerung von Sinnesorganen, Extremitäten (?) u. s. w. zusammen, aber sie spricht doch auch nicht dafür, dass es gerade Arachnoiden und nicht andere Thiere waren, von denen die mit einem solchen Nervensystem ausgestatteten Linguatuliden abstammen. Es bleibt schliesslich nur die Beschaffenheit des mit Eifollikeln besetzten Ovarialschlauches, welche speciell an die bei Arachnoiden bestehenden Verhältnisse erinnert. Ueber den Werth dieser Uebereinstimmung kann man verschiedener Meinung sein.

Die Frage nach der systematischen Stellung der Arachnoidenklasse im Arthropodensystem wird gerade jetzt eifrig diskutirt. Zwei verschiedene Auffassungen halten sich die Wage. Nach der einen wären die Arachnoiden mit den Xiphosuren und fossilen Gigantostraken nahe verwandt und bildeten mit diesen zusammen neben den Crustaceen und Antennaten ein drittes Subphylum des Arthropodenstammes. Nach der andern Ansicht wären die Arachnoiden mit den Antennaten stammverwandt und würden zusammen mit diesen und den Protracheaten ein Subphylum, dasjenige der Tracheaten, bilden. Wir schliessen uns vor der Hand dieser letzteren Auffassung an und betrachten die Arachnoiden als Tracheaten ohne Antennen, bei denen das erste postorale, den Mandibeln der Antennaten homologe Gliedmaassenpaar sich nach vorn verschoben hat, so dass es bei allen Arachnoiden im erwachsenen Zustande vor dem Munde inserirt. Der Cephalothorax der Arachnoiden würde dann dem verschmolzenen Kopf + Thorax (3 vordere Rumpfsegmente) der Antennaten entsprechen, und es würde in der Gliederung der Kopfbrust der Solpugiden vielleicht ein ursprüngliches Verhalten zu erkennen sein. Sollte sich diese Prämisse als richtig erweisen, so würde wohl kaum irgend ein anderes Organsystem einem Vergleiche mit dem entsprechenden Organsystem der Antennaten grosse Schwierigkeiten entgegenstellen. Bei der Beurtheilung der systematischen Stellung der Arachnoiden fallen zu Gunsten ihrer Verwandtschaft mit den Antennaten schwer ins Gewicht die beiden vereinigten Thatsachen, dass die Arachnoiden MALPIGHI'sche Gefässe und dass sie Tracheen besitzen, die sowohl den Crustaceen als den Xiphosuren fehlen.

Bei den Antennaten sind die Mandibeln und die beiden darauf folgenden Gliedmaassenpaare des Kopfes nicht oder sehr wenig extremitätenähnlich, sie sind zu Mundwerkzeugen umgewandelt. Bei den Arachnoiden haben die ihnen wahrscheinlich entsprechenden Anhänge (die Cheliceren, die Pedipalpen und das erste Beinpaar) viel mehr den Charakter gestreckter, gegliederter Extremitäten bewahrt. Da nun für die Entstehung gestreckter, vielgliedriger Extremitäten aus verkürzten und specialisirten, zum Kauen, Saugen etc. eingerichteten Mundwerkzeugen vergleichend-anatomisch und ontogenetisch gar keine Belege gefunden werden können, dagegen sehr zahlreiche Belege für das Gegentheil, so müssen wir annehmen, dass die Stammform der Arachnoiden sich von der Stammform der Antennaten schon sehr frühzeitig, zu einer Zeit abgezweigt hat, als die unmittelbar hinter dem Munde liegenden Gliedmaassen noch nicht zu specifischen Mundwerkzeugen umgestaltet waren. Die Arachnoidea (Chelicerota) einerseits, die Antennata anderseits würden also zwei frühzeitig divergirende Zweige des Tracheatenstammes darstellen, während die Protracheaten zwar nicht an die Wurzel dieses Stammes gestellt werden können, aber in sehr vielen Organisationsverhältnissen ursprüngliche Verhältnisse viel getreuer beibehalten haben, als die Arachnoiden und Antennaten, also gewissermaassen einen Wurzelspross darstellen.

Was nun die Verwandtschaft der Arachnoiden und speciell der Scorpioniden mit Xiphosuren und Gigantostraken anbetrifft, so möchte ich mich vor der Hand skeptisch verhalten, obschon es sich durchaus nicht leugnen lässt, dass die Gliedmaassen des Cephalothorax der Arachnoiden eine auffallende Uebereinstimmung mit denen der Xiphosuren und Gigantostraken zeigen, eine viel grössere als mit den entsprechenden Gliedmaassen der Antennaten. Auch im Fehlen von den Antennen vergleichbaren praeoralen Gliedmaassen zeigt sich eine nicht zu unterschätzende Uebereinstimmung. Möglicherweise handelt es sich hier aber nur um Convergenzerscheinungen. Was die Uebereinstimmung in der übrigen Organisation anbetrifft, so scheint uns dieselbe, wenn wir von den allen Arthropoden gemeinsamen Charakteren absehen, nicht so gross zu sein, dass man daraufhin auf eine engere Verwandtschaft zu schliessen berechtigt wäre. Wenn das Vorkommen von rudimentären Abdominalgliedmaassen zu der Annahme nöthigt, dass die Vorfahren der Arachnoiden Abdominalgliedmaassen besessen haben, so gilt dasselbe auch für die Hexapoden. Die Myriapoden besitzen ja noch Gliedmaassen an sämmtlichen Rumpfsegmenten.

Der Vergleich der Fächertracheen mit den buchförmigen Kiemen der Xiphosuren erscheint überaus gesucht gegenüber der Zurückführung derselben auf Büscheltracheen. Die Annahme, dass die Röhrentracheen bei den Arachnoiden unabhängig von denjenigen der Protracheaten und Antennaten entstanden seien, könnte man nur als Nothbehelf gelten lassen. Malpighi'sche Gefässe fehlen den Xiphosuren. Die Geschlechtsorgane können bei den Antennaten, wie wir von den Myriapoden her wissen, in sehr verschiedenen Körperregionen ausmünden und es dürfte deshalb der annähernd übereinstimmenden Lage der Geschlechtsöffnungen bei Arachnoiden und Xiphosuren kein zu grosses Gewicht beigelegt werden dürfen. Das Vorhandensein von Coxaldrüsen, die bei Arachnoiden und Xiphosuren am 3. Beinpaar ausmünden, ist ebenfalls nicht geeignet, die Frage zu entscheiden, da einerseits Coxaldrüsen bei Arachnoiden auch an andern Beinpaaren vorkommen können und anderseits Coxaldrüsen bei Protracheaten und Antennaten (vornehmlich Myriapoden) sehr verbreitet und,

wahrscheinlich sogar ursprünglich allen Beinpaaren zukamen, wie dies bei den Protracheaten noch der Fall ist.

Immerhin können fortgesetzte Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Arachnoiden und Xiphosuren nur fruchtbringend sein und zur Klärung des durchaus noch nicht gelösten Problems der Verwandtschaftsverhältnisse beider Gruppen viel beitragen.

Für nahe Verwandte der Arachnoiden werden vielfach auch die Pantopoden (Pycnogoniden) gehalten, eine Ansicht, zu der man ursprünglich in Folge der allerdings oft sehr grossen habituellen Aehnlichkeit beider Gruppen gelangte. Man ist jedoch in neuerer Zeit von dieser Ansicht zurückgekommen, da eine Vergleichung der Gesammtorganisation auf zu grosse Schwierigkeiten stösst. (Vergl. das pag. 438 Gesagte!)

Uebersicht der wichtigsten Litteratur.

Anatomie.

Ph. Bertkau. *Ueber den Generationsapparat der Araneiden. Archiv f. Naturgesch.* 41. *Jahrg.*

Derselbe. Beiträge zur Kenntniss der Sinnesorgane der Spinnen. Arch. f. mikr. Anatomie. 27. *Bd.*

Derselbe. Ueber die Respirationsorgane der Araneen. Arch. f. Naturg. 38. *Bd.* 1872.

Derselbe. Ueber das Cribellum und Calamistrum. Ein Beitrag zur Histiologie, Biologie und Systematik der Spinnen. Archiv für Naturgeschichte. 48. *Jahrg.* 1882.

Derselbe. Ueber den Bau und die Funktion der sogen. Leber bei den Spinnen. Arch. f. mikr. Anat. 23. *Bd.* 1884.

Derselbe. Ueber den Verdauungsapparat der Spinnen. Arch. f. mikr. Anatomie. 24. *Bd.* 1885.

Edouard Claparède. *Études sur la circulation du sang chez les Aranées du genre Lycose. Mémoires Soc. Physique et d'Histoire natur. Genève.* 17. *Bd.* 1863.

Derselbe. Studien an Acariden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 18. *Bd.* 1867/68.

G. Cuvier. *Le Règne animal. Nouv. Edition. Paris* 1849. *Insectes, Arachnides, Crustacées von Audouin, Blanchard etc.*

L. Dufour. *Histoire anatomique et physiologique des Scorpions. Mém. Acad. Scienc. Savants étrangers. XIV.* 1856.

Derselbe. Anatomie, Physiologie et Histoire naturelle des Galéodes. Mémoires de l'Acad. d. Sciences. Paris. Savants étrangers. XVII. 1858.

Hugo Eisig. *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel. Berlin* 1887. (*Enthält Betrachtungen über die morphologische Bedeutung der Coxaldrüsen, Spinndrüsen u. s. w. der Arachnoiden.*)

Batt. Grassi. *I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. V. Intorno ad un nuovo aracnide artrogastro. Boll. Società entomol. italiana. XVIII.* 1886.

Hermann Henking. *Beiträge zur Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Biologie von Trombidium fuliginosum. Zeitschr. für wiss. Zool.* 37. *Bd.* 1882.

W. E. Hoyle. *On a new Species of Pentastomum (P. protelis), from the Mesentery of Proteles cristatus. Transact. Roy. Society Edinburgh. vol.* 32. 1883.

G. Joseph. *Cyphophthalmus duricarius. Berliner Entom. Zeitschr.* 1868.

E. Ray Lankester. *Limulus an Arachnid. Quart. Journ. Microsc. Science. N. S. vol.* 21. 1881.

E. Ray Lankester *and* **A. G. Bourne.** *The minute structure of the lateral and of the central eyes of Scorpio and of Limulus. Quart. Journ. Microsc. Science. N. S. vol.* 23. 1883.

Rud. Leuckart. *Ueber den Bau und die Bedeutung der sog. Lungen bei den Arachniden. Zeitschr. f. wiss. Zool.* 1. *Bd.* 1849.

Derselbe. Bau und Entwickelungsgeschichte der Pentastomen. Leipzig u. Heidelberg. 1860.

J. Mac Leod. *La structure des trachées et la circulation péritrachéenne. Bruxelles* 1880.

Derselbe. Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Arch. Biolog. Tome V. 1884.

A. Menge. *Die Scheerenspinnen. Schriften der naturf. Gesellsch. zu Danzig.* 1855.

Albert D. Michael. *British Oribatidae. Ray Society. London* 1884.

Nalepa. *Die Anatomie der Tyroglyphen. I. Abth. Sitzber. math.-naturwiss. Classe. Akademie Wissensch. Wien.* 90. *Bd.* 1885. *II. Abth. ibid.* 92. *Bd. I. Abth.* 1886.

Newport. *On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and macrourous Arachnida. Philos. Transact. I.* 1843.

R. Rössler. *Beiträge zur Anatomie der Phalangiden. Zeitschr. f. wiss. Zool.* 36. *Bd.* 1882.

Robert von Schaub. *Ueber die Anatomie von Hydrodoma. Ein Beitrag zur Kenntniss der Hydrachniden. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. math.-naturw. Classe.* 97. *Bd.* 1888.

Wladimir Schimkewitsch. *Etude sur l'anatomie de l'Épeire. Annales Scienc. natur.* 6°. *tome* 17. 1884.

Anton Stecker. *Anatomisches und Histiologisches über Gibbocellum, eine neue Arachnide. Arch. f. Naturgesch.* 42. *Jahrg.* 1876.

Alfred Tulk. *Upon the anatomy of Phalangium Opilio. Ann. Magaz. Nat. Hist. vol. XII.* 1843.

Bernh. Weissenborn. *Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch.* 20. *Bd. N. F.* 13. 1885 (*mit Litteraturverzeichniss*).

Willibald Winkler. *Das Herz der Acarinen nebst vergleichenden Bemerkungen über das Herz der Phalangiden und Chernetiden. Arb. Zool. Inst. Univers. Wien.* 7. *Bd.* 1886.

Derselbe. Anatomie der Gamasiden. Arbeit. Zool. Inst. Universität Wien. 7. *Bd.* 1888.

Weitere Autoren: De Graaf, Loman, Krohn, Henking, Horn, Dahl, Mac Leod, Ehlers, Karpelles, Stecker, Oeffinger, Croneberg, Pelseneer, Bertkau, Lohmann, Kramer, Haller, Menge, Parker, Pagenstecher, O. P. Cambridge, Ray Lankester, Gulland, Meckel, Plateau, Abendroth, P. J. van Beneden, Blanchard, Brandt, Gervais, Mégrin, Grube, J. van der Hoeven (über Phrynus), Leydig, Nicolet Lucas, Kittary, Dugès, Treviranus, Hutton, Hasselt, Koch, Blanc.

Ueber Milben zahlreiche Schriften von Kramer und Haller.

Ontogenie.

F. M. Balfour. *Notes on the development of the Araneina. Quart. Journ. Micr. Science. vol.* 20. 1880.

Edouard Claparède. *Recherches sur l'évolution des araignées. Natuurk. Verhandl. Provinciaal Utrechtsch genootschap van Kunsten en Wetensch. Deel I. Utrecht* 1862.

William Locy. *Observations on the development of Agelena naevia. Bullet. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Cambridge. vol. XII.* 1886.

El. Metschnikoff. *Embryologie des Scorpions. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 21. *Bd.* 1870.

Derselbe. Entwicklungsgeschichte von Chelifer. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 21. *Bd.* 1870.

W. Schimkewitsch. *Etude sur le développement des Araignées. Arch. Biol. Tome* 6. 1887.

Weitere Autoren: Rathke, Balbiani, Barrois, Herold, Ludwig, P. J. van Beneden, Claparède, Henking, Kowalevsky und Schulgin, Morin.

Anhang zum Stamme der Arthropoden.

Die Tardigraden oder Bärthierchen.

Der Körper dieser kleinen, die Länge von 1 mm nicht übersteigenden Thierchen ist cylindrisch oder länglich-oval, äusserlich ungegliedert und trägt 4 Paar kurze, mit Krallen versehene, vom Körper nicht gegliedert abgesetzte, stummelförmige Anhänge. Das letzte Paar dieser Anhänge liegt am hintern Körperende. Das vorderste Leibesende ist entweder rüsselartig verschmälert oder kopfartig abgesetzt. Den Körper überzieht eine wahrscheinlich chitinige Cuticula, welche von

Fig. 382.

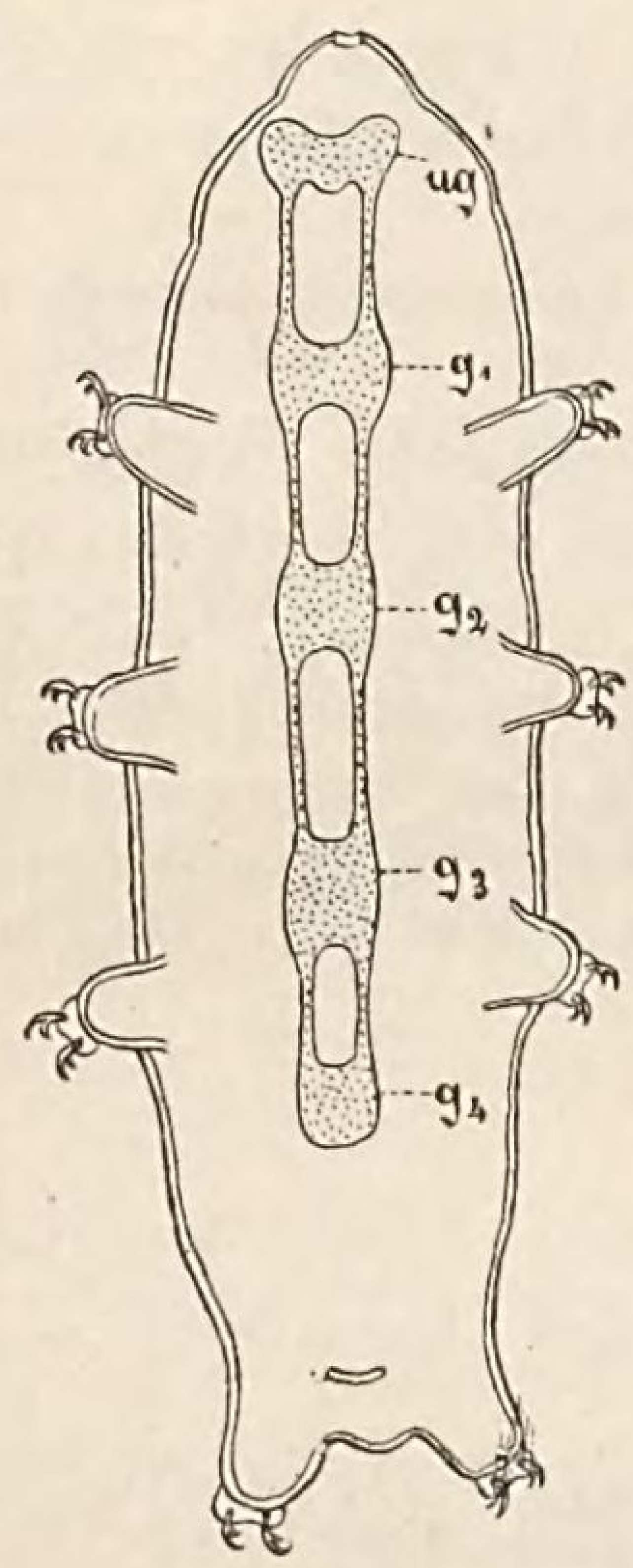


Fig 383.

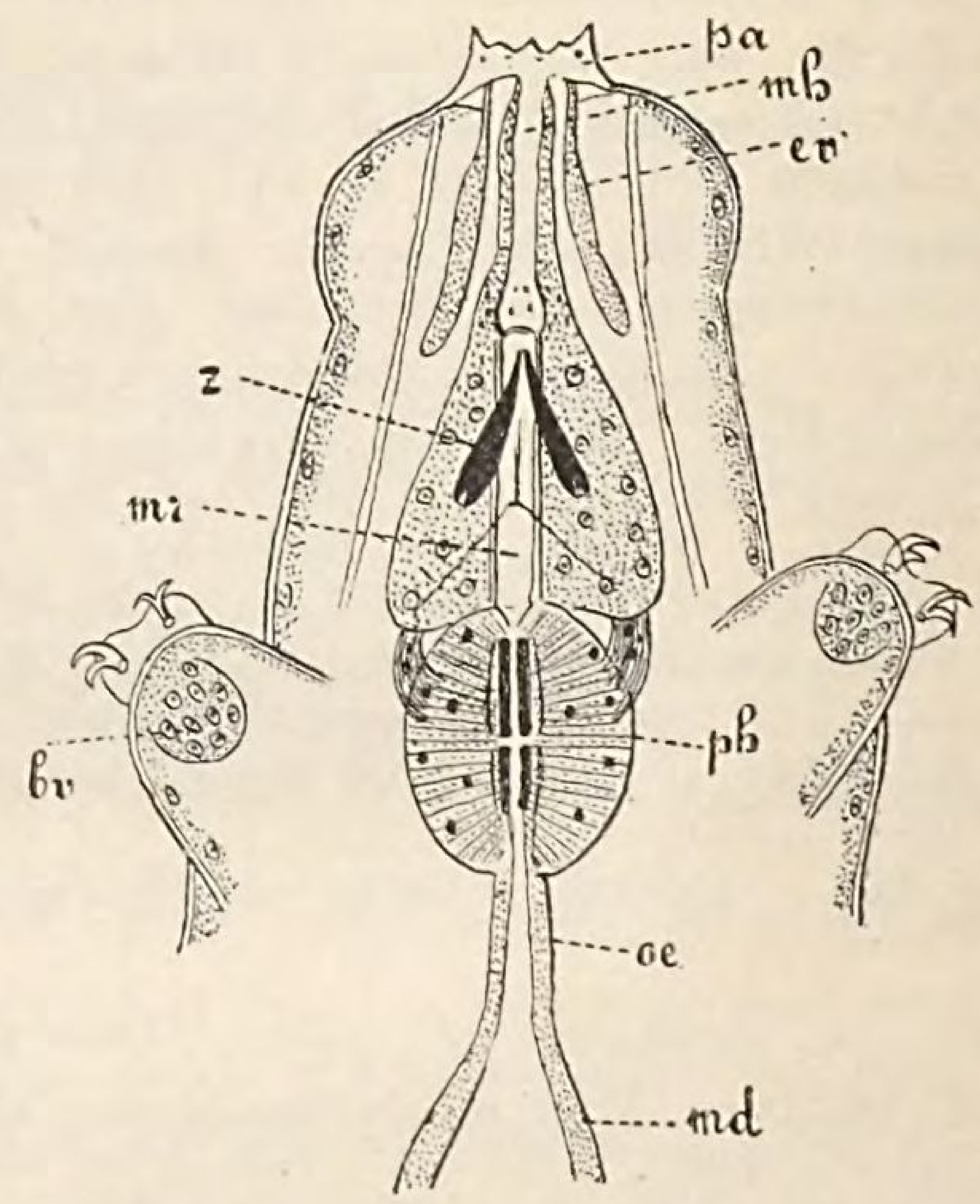


Fig. 382. **Macrobiotus Hufelandii.** Umrisse des Körpers und Bauchmarks. Das obere Schlundganglion ist nicht dargestellt. *ug* Unteres Schlundganglion, g_1, g_2, g_3, g_4 die 4 darauf folgenden Ganglien. (Nach Plate.)

Fig. 383. **Kopf von Doyeria simplex**, von der Bauchseite. Das Nervensystem nicht gezeichnet. *pa* Mundpapille, *mh* Mundhöhle, *ev* Hypodermisverdickungen (Drüsen?) in der Nähe des Mundes, *z* Zähne, *mr* Mundröhre, *ph* Pharynx, *oe* Oesophagus, *md* Mittel- oder Magendarm, *bv* Hypodermisverdickung (Beindrüse?, Coxaldrüse?) in den Füssen. (Nach Plate.)

Zeit zu Zeit abgeworfen wird (Häutung). Der Mund liegt am Vorderende, der After am Hinterende des Körpers. An dem die Leibeshöhle durchziehenden gestreckten Darmkanal lassen sich die bekannten 3 Regionen: Vorderdarm, Mitteldarm und Hinterdarm (Rectum) unterscheiden. Die von Papillen, in einzelnen Fällen auch von Borsten umstellte Mundöffnung führt in eine Mundhöhle, in welche die spitzen, bisweilen verkalkten Enden von 2 Zähnen hineinragen. In die Mund-

höhle münden zwei birn- oder schlauchförmige Drüsen (Speicheldrüsen? Giftdrüsen?). Auf die Mundhöhle folgt eine meist enge Mundröhre, die an ihrem hinteren Ende zu einem musculösen, kugeligen oder eiförmigen Schlundkopf (Pharynx) anschwillt. Zwischen Mitteldarm (Magen) und Schlundkopf ist ein Oesophagus eingeschaltet. In das Rectum münden 2 Blindschläuche, die wohl den MALPIGHI'schen Gefässen der Tracheaten entsprechen.

Die Geschlechter sind getrennt; die Keimdrüsen unpaar, sackförmig. Sie münden in beiden Geschlechtern in den Enddarm, der dadurch zu einer Kloake wird. Mit der Geschlechtsdrüse zusammen mündet beim Männchen und Weibchen eine sackförmige accessorische Drüse in die Kloake. Besondere Circulations- und Respirationsorgane fehlen. Das Nervensystem besteht aus einem Gehirn, einem mit dem Gehirn durch zwei Schlundcommissuren in Verbindung stehenden untern Schlundganglion und 4 weitern Bauchganglien, die durch weit auseinander liegende Längscommissuren verbunden sind. Es finden sich am Kopf zwei Augenflecke, die auf zwei mit dem Gehirn durch Nerven in Verbindung stehenden kleinen Ganglien liegen. Die Musculatur ist reich entwickelt. Unter der Haut verlaufen dorsal, ventral und seitlich verschiedene Längsmuskeln. Eine besondere Musculatur dient zur Bewegung der Beine. Alle Muskeln sind glatt.

Die systematische Stellung der Tardigraden ist unsicher. Die vereinigten drei Umstände, dass sie MALPIGHI'schen Gefässen vergleichbare Anhangsorgane des Enddarmes, schlauchförmige Munddrüsen und mit Krallen versehene Stummelfüsse besitzen, machen es nicht unwahrscheinlich, dass sie zu den Arthropoden und speciell zu den Tracheaten gehören. Das Fehlen von Mundgliedmaassen, der Bau des Nervensystems und die Art der Ausmündung der Geschlechtsorgane stehen dem sonst nahe liegenden Vergleich der Tardigraden mit Milben im Wege. Mag man auch der Ansicht beipflichten, dass sie mit den Tracheaten oder mit den Vorfahren der Tracheaten in irgend einem Verwandtschaftsverhältniss stehen, so darf man doch jedenfalls nicht annehmen, dass sie irgendwie ursprüngliche Verhältnisse darbieten. Der Mangel eines Blutgefässsystems, die unpaaren Keimdrüsen, der reducirte und verkürzte Zustand des ganzen Körpers, das Fehlen von Nephridien und das Fehlen von Coxaldrüsen (?) lassen vielmehr die Tardigraden als einen ganz einseitig entwickelten Seitenzweig erscheinen.

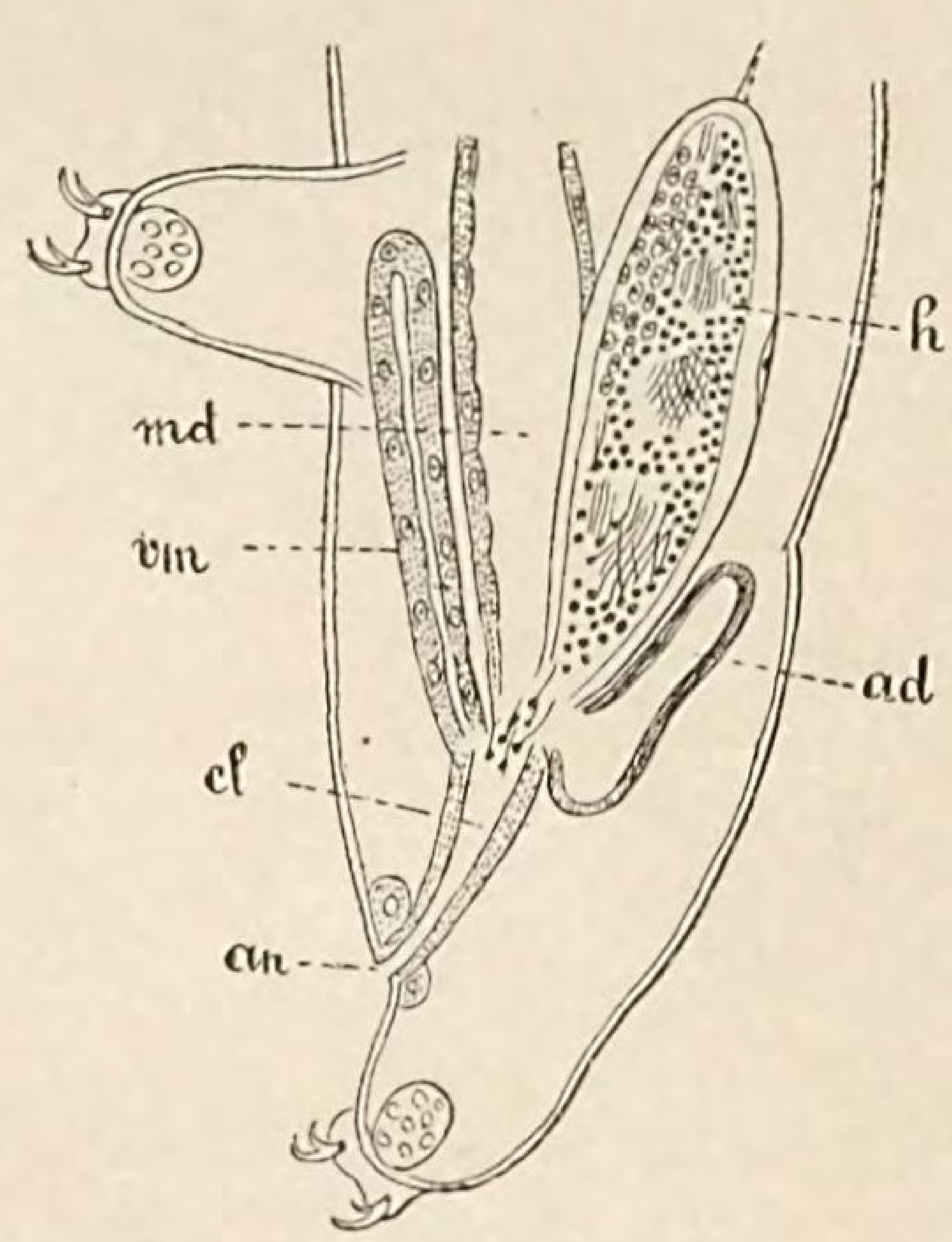


Fig. 384. **Hinterer Körpertheil von Macrobiotus Hufelandii ♂**, von der Seite. *h* Hode, *ad* accessorische Drüse des männlichen Geschlechtsapparates, *cl* Kloake, *an* After, *vm* Exkretionsschlauch (MALPIGHI'sches Gefäss), *md* Mitteldarm. (Nach PLATE.)

Die meisten Bärthierchen leben zwischen Moos und Flechten, einzelne wenige im süssen oder im salzigen Wasser. Sie vermögen lange Zeit eingetrocknet in einem scheintodten Zustand zu verharren und bei Befeuchtung wieder aufzuleben. Echiniscus, Macrobiotus, Milnesium, Doyeria.

Litteratur.

Ludwig H. Plate. *Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zool. Jahrbücher von Spengel, Abth. für Anatomie und Ontogenie.* 3. *Bd.* 1888. — *In dieser Abhandlung findet sich eine Uebersicht der Litteratur bis* 1888.

BUCHBINDERE
BAMBERG

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lang, Arnold

Lehrbuch der vergleichenden Anatomie zum Gebrauche bei vergleichend anatom. u. zoolog. Vorlesungen

Bd.: 1

1888

Bamberg, Staatsbibliothek -- Anat.o.105-d(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11830261-4